

(11)特許出願公開番号
特開2002-171135
(P2002-171135A)

(43)公開日 平成14年6月14日(2002.6.14)

(51) Int.Cl. ⁷		識別記号	F I		テーマコード*(参考)
H 0 3 F	1/02		H 0 3 F	1/02	5 J 0 9 0
	1/34			1/34	5 J 0 9 1
	3/20			3/20	5 J 0 9 2
H 0 4 B	1/04		H 0 4 B	1/04	R 5 K 0 6 0

審査請求 未請求 請求項の数25 O L (全 25 頁)

(21)出願番号	特願2001-287607(P2001-287607)	(71)出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22)出願日	平成13年9月20日(2001.9.20)	(72)発明者	宮地 正之 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(31)優先権主張番号	特願2000-289539(P2000-289539)	(72)発明者	石田 薫 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(32)優先日	平成12年9月22日(2000.9.22)	(74)代理人	100092794 弁理士 松田 正道
(33)優先権主張国	日本(JP)		

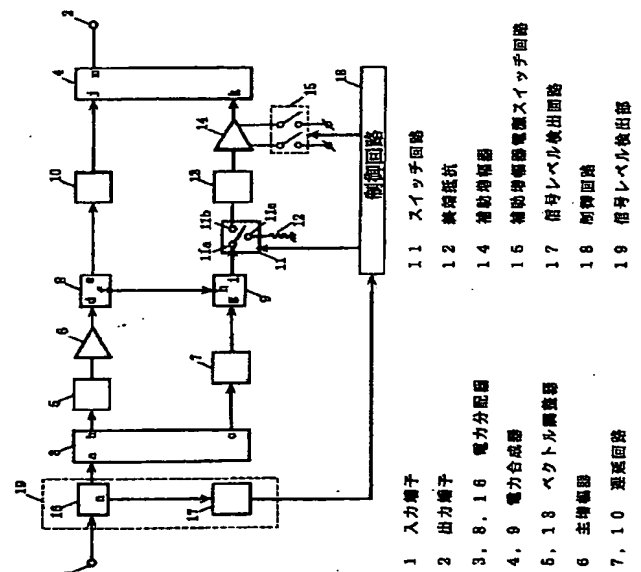
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フィードフォワード増幅器

(57) 【要約】

【課題】 出力パワーが最大出力から低下したときのフィードフォワード増幅器の高効率化をはかること、およびフィードフォワード増幅器を用いた移動体通信装置の信頼性を向上させることを目的とする。

【解決手段】 低出力時には主増幅器 6 で発生する歪レベルが小さいため、主増幅器 6 の出力信号をそのまま出力端子 2 から出力させ、さらに補助増幅器電源スイッチ回路 15 をオフにすることにより、高効率化をはかる。また、フィードフォワード増幅器を用いた移動体通信装置において主増幅器 6 に異常が生じたときは、補助増幅器 14 を用いて入力信号を増幅して出力することにより、通信が完全に停止することを防ぐ。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力信号を 2 分配する第 1 の電力分配器と、

前記第 1 の電力分配器の一方の出力信号の振幅及び位相を調整する第 1 のベクトル調整器と、

前記第 1 のベクトル調整器の出力信号を増幅する主増幅器と、

前記主増幅器の出力信号を 2 分配する第 2 の電力分配器と、

前記第 1 の電力分配器の他方の出力信号を遅延させる第 1 の遅延回路と、

前記第 2 の電力分配器の一方の出力信号と前記第 1 の遅延回路の出力信号とを合成する歪み検出用電力合成器と、

前記第 2 の電力分配器の他方の出力信号を遅延させる第 2 の遅延回路と、

前記歪み検出用電力合成器の出力信号の振幅及び位相を調整する第 2 のベクトル調整器と、

前記第 2 のベクトル調整器の出力信号を増幅する補助増幅器と、

前記第 2 の遅延回路の出力信号と前記補助増幅器の出力信号とを合成する歪み除去用電力合成器と、

所定の条件に応じて、前記補助増幅器または前記主増幅器の動作を少なくとも停止させる制御手段とを備えたフィードフォワード増幅器。

【請求項 2】 前記入力信号の信号レベルまたはベースバンド信号発生部におけるベースバンド信号の信号レベルまたは送信回路における送信信号の信号レベルである第 1 の信号レベルを検出する第 1 の信号レベル検出手段を備え、

前記所定の条件とは前記第 1 の信号レベルであり、

前記検出された前記第 1 の信号レベルが所定の値以下の場合、

前記制御手段は、前記補助増幅器の動作を停止させる請求項 1 記載のフィードフォワード増幅器。

【請求項 3】 受信回路における受信信号の信号レベルである第 1 の信号レベルを検出する第 1 の信号レベル検出手段を備え、

前記所定の条件とは前記第 1 の信号レベルであり、

前記検出された第 1 の信号レベルが所定の値以上の場合、

前記制御手段は、前記補助増幅器の動作を停止させる請求項 1 記載のフィードフォワード増幅器。

【請求項 4】 前記入力信号の信号レベルまたはベースバンド信号発生部におけるベースバンド信号の信号レベルまたは送信回路における送信信号の信号レベルまたは受信回路における受信信号の信号レベルである第 1 の信号レベルを検出する第 1 の信号レベル検出手段と、前記出力信号の信号レベルである第 2 の信号レベルを検出する第 2 の信号レベル検出手段とを備え、

2

前記所定の条件とは、前記第 1 の信号レベルに対する前記第 2 の信号レベルの利得であり、

前記利得が所定の値からずれた場合、

前記制御手段は、前記主増幅器の動作を停止させる請求項 1 記載のフィードフォワード増幅器。

【請求項 5】 入力信号の信号レベルまたはベースバンド信号発生部におけるベースバンド信号の信号レベルまたは送信回路における送信信号の信号レベルである第 1 の信号レベルを検出する第 1 の信号レベル検出手段を備え、

前記所定の条件とは、前記第 1 の信号レベルであり、

前記第 1 の信号レベルが所定の値以下の場合、

前記制御手段は、前記主増幅器の動作を停止させる請求項 1 記載のフィードフォワード増幅器。

【請求項 6】 受信回路における受信信号の信号レベルである第 1 の信号レベルを検出する第 1 の信号レベル検出手段を備え、

前記所定の条件とは、前記第 1 の信号レベルであり、

前記第 1 の信号レベルが所定の値以上の場合、

前記制御手段は、前記主増幅器の動作を停止させる請求項 1 記載のフィードフォワード増幅器。

【請求項 7】 前記歪み除去用電力合成器は、密結合状態と疎結合状態とを取りうる可変電力合成器であり、前記第 1 の信号レベルが所定の値より大きい場合、前記制御手段は、前記可変電力合成器を前記疎結合状態をとるよう制御し、

前記第 1 の信号レベルが所定の値以下の場合、前記制御手段は、前記可変電力合成器を前記密結合状態をとるよう制御する請求項 4 または 5 に記載のフィードフォワード増幅器。

【請求項 8】 前記歪み除去用電力合成器は、密結合状態と疎結合状態とを取りうる可変電力合成器であり、前記第 1 の信号レベルが所定の値より小さい場合、前記制御手段は、前記可変電力合成器を前記疎結合状態をとるよう制御し、

前記第 1 の信号レベルが所定の値以上の場合、前記制御手段は、前記可変電力合成器を前記密結合状態をとるよう制御する請求項 4 または 6 に記載のフィードフォワード増幅器。

【請求項 9】 前記第 1 の信号レベルが所定の値以下の場合、

前記制御手段は、前記補助増幅器の出力信号を、前記歪み除去用電力合成器を経由することなく出力するよう制御する請求項 4 または 5 に記載のフィードフォワード増幅器。

【請求項 10】 前記第 1 の信号レベルが所定の値以上の場合、

前記制御手段は、前記補助増幅器の出力信号を、前記歪み除去用電力合成器を経由することなく出力するよう制御する請求項 4 または 6 に記載のフィードフォワード

3

増幅器。

【請求項11】 入力信号の信号レベルまたはベースバンド信号発生部におけるベースバンド信号の信号レベルまたは送信回路における送信信号の信号レベルである第1の信号レベルを検出する第1の信号レベル検出手段を備え、

前記所定の条件とは、前記第1の信号レベルであり、前記第1の信号レベルが、第1の所定の値以下であり、かつ前記第1の所定の値より小さい値である第2の所定の値より大きい場合、

前記制御手段は、前記補助増幅器の動作を停止させ、前記第1の信号レベルが、前記第2の所定の値以下である場合、

前記制御手段は、前記主増幅器の動作を停止させる請求項1記載のフィードフォワード増幅器。

【請求項12】 受信回路における受信信号の信号レベルである第1の信号レベルを検出する第1の信号レベル検出手段を備え、

前記所定の条件とは、前記第1の信号レベルであり、前記第1の信号レベルが、第1の所定の値以下であり、かつ前記第1の所定の値より小さい値である第2の所定の値より大きい場合、

前記制御手段は、前記補助増幅器の動作を停止させ、前記第1の信号レベルが、前記第1の所定の値以上である場合、

前記制御手段は、前記主増幅器の動作を停止させる請求項1記載のフィードフォワード増幅器。

【請求項13】 前記補助増幅器の出力信号を2分配する第3の電力分配器と、

前記第3の電力分配器の一方の出力信号を遅延させる第3の遅延回路と、

前記歪み除去用電力合成器の出力信号を2分配する第4の電力分配器と、

前記第4の電力分配器の一方の出力信号を遅延させる第4の遅延回路と、

前記第4の遅延回路の出力信号と前記第3の電力分配器の他方の出力信号を合成する第2の歪み検出用電力合成器と、

前記第2の歪み検出用電力合成器の出力信号の振幅及び位相を調整する第3のベクトル調整器と、

前記第3のベクトル調整器の出力信号を増幅する第2の補助増幅器と、

前記第3の遅延回路の出力信号と前記第2の補助増幅器の出力信号とを合成する第2の歪み除去用電力合成器と、

前記入力信号の信号レベルまたはベースバンド信号発生部におけるベースバンド信号の信号レベルまたは送信回路における送信信号の信号レベルである第1の信号レベルを検出する第1の信号レベル検出手段とを備え、

前記制御手段は、前記所定の条件に応じて、前記第2の

4

補助増幅器の動作をも停止させ、

前記所定の条件とは、前記第1の信号レベルであり、

前記第1の信号レベルが所定の値より大きい場合、

前記制御手段は、前記第2の補助増幅器の動作を停止させ、

前記補助増幅器の出力信号を前記第3の電力分配器が入力しないように制御し、

前記歪み除去用電力合成器の出力信号を外部に出力するように制御し、

10 前記第1の信号レベルが所定の値以下の場合、

前記制御手段は、前記主増幅器の動作を停止させ、

前記補助増幅器の出力信号を前記歪み除去用電力合成器が入力せず、前記第3の電力分配器が入力するよう制御し、

前記第2の歪み除去用電力合成器の出力信号を外部に出力するよう制御する請求項1記載のフィードフォワード増幅器。

【請求項14】 前記補助増幅器の出力信号を2分配する第3の電力分配器と、

20 前記第3の電力分配器の一方の出力信号を遅延させる第3の遅延回路と、

前記歪み除去用電力合成器の出力信号を2分配する第4の電力分配器と、

前記第4の電力分配器の一方の出力信号を遅延させる第4の遅延回路と、

前記第4の遅延回路の出力信号と前記第3の電力分配器の他方の出力信号を合成する第2の歪み検出用電力合成器と、

30 前記第2の歪み検出用電力合成器の出力信号の振幅及び位相を調整する第3のベクトル調整器と、

前記第3のベクトル調整器の出力信号を増幅する第2の補助増幅器と、

前記第3の遅延回路の出力信号と前記第2の補助増幅器の出力信号とを合成する第2の歪み除去用電力合成器と、

受信回路における受信信号の信号レベルである第1の信号レベルを検出する第1の信号レベル検出手段とを備え、

40 前記制御手段は、前記所定の条件に応じて、前記第2の補助増幅器の動作をも停止させ、

前記所定の条件とは、前記第1の信号レベルであり、

前記第1の信号レベルが所定の値より小さい場合、

前記制御手段は、前記第2の補助増幅器の動作を停止させ、

前記補助増幅器の出力信号を前記第3の電力分配器が入力しないように制御し、

前記歪み除去用電力合成器の出力信号を外部に出力するように制御し、

前記第1の信号レベルが所定の値以上の場合、

50 前記制御手段は、前記主増幅器の動作を停止させ、

5

前記補助増幅器の出力信号を前記歪み除去用電力合成器が入力せず、前記第3の電力分配器が入力するよう制御し、

前記第2の歪み除去用電力合成器の出力信号を外部に出力するよう制御する請求項1記載のフィードフォワード増幅器。

【請求項15】 前記補助増幅器の出力信号を2分配する第3の電力分配器と、

前記第3の電力分配器の一方の出力信号を遅延させる第3の遅延回路と、

前記歪み除去用電力合成器の出力信号を2分配する第4の電力分配器と、

前記第4の電力分配器の一方の出力信号を遅延させる第4の遅延回路と、

前記第4の遅延回路の出力信号と前記第3の電力分配器の他方の出力信号を合成する第2の歪み検出用電力合成器と、

前記第2の歪み検出用電力合成器の出力信号の振幅及び位相を調整する第3のベクトル調整器と、

前記第3のベクトル調整器の出力信号を増幅する第2の補助増幅器と、

前記第3の遅延回路の出力信号と前記第2の補助増幅器の出力信号とを合成する第2の歪み除去用電力合成器と、

前記入力信号の信号レベルまたはベースバンド信号発生部におけるベースバンド信号の信号レベルまたは送信回路における送信信号の信号レベルである第1の信号レベルを検出する第1の信号レベル検出手段とを備え、

前記制御手段は、前記所定の条件に応じて前記第2の補助増幅器の動作をも停止させ、

前記所定の条件とは、前記第1の信号レベルであり、前記第1の信号レベルが第1の所定の値より大きい場合、

前記制御手段は、前記第2の補助増幅器の動作を停止させ、

前記補助増幅器の出力信号を前記第3の電力分配器が入力しないように制御し、

前記歪み除去用電力合成器の出力信号を外部に出力するよう制御し、

前記第1の信号レベルが第1の所定の値以下であり、かつ前記第1の所定の値より小さい値である第2の所定の値より大きい場合、

前記制御手段は、前記主増幅器の動作を停止させ、

前記補助増幅器の出力信号を前記歪み除去用電力合成器が入力せず、前記第3の電力分配器が入力するよう制御し、

前記第2の歪み除去用電力合成器の出力信号を外部に出力するよう制御し、

前記第1の信号レベルが第2の所定の値以下である場合、

6

前記制御手段は、前記補助増幅器の動作を停止させ、前記第2の補助増幅器の動作を停止させ、

前記歪み除去用電力合成器の出力信号を外部に出力するよう制御する請求項1記載のフィードフォワード増幅器。

【請求項16】 前記補助増幅器の出力信号を2分配する第3の電力分配器と、

前記第3の電力分配器の一方の出力信号を遅延させる第3の遅延回路と、

10 前記歪み除去用電力合成器の出力信号を2分配する第4の電力分配器と、

前記第4の電力分配器の一方の出力信号を遅延させる第4の遅延回路と、

前記第4の遅延回路の出力信号と前記第3の電力分配器の他方の出力信号を合成する第2の歪み検出用電力合成器と、

前記第2の歪み検出用電力合成器の出力信号の振幅及び位相を調整する第3のベクトル調整器と、

20 前記第3のベクトル調整器の出力信号を増幅する第2の補助増幅器と、

前記第3の遅延回路の出力信号と前記第2の補助増幅器の出力信号とを合成する第2の歪み除去用電力合成器と、

受信回路における受信信号の信号レベルである第1の信号レベルを検出する第1の信号レベル検出手段とを備え、

前記制御手段は、前記所定の条件に応じて前記第2の補助増幅器の動作をも停止させ、

前記所定の条件とは、前記第1の信号レベルであり、

30 前記第1の信号レベルが第2の所定の値より小さい場合、

前記制御手段は、前記第2の補助増幅器の動作を停止させ、

前記補助増幅器の出力信号を前記第3の電力分配器が入力しないように制御し、

前記歪み除去用電力合成器の出力信号を外部に出力するよう制御し、

前記第1の信号レベルが前記第2の所定の値より大きい値である第1の所定の値以下であり、前記第2の所定の値より大きい場合、

前記制御手段は、前記主増幅器の動作を停止させ、

前記補助増幅器の出力信号を前記歪み除去用電力合成器に入力せず、前記第3の電力分配器に入力するよう制御し、

前記第2の歪み除去用電力合成器の出力信号を外部に出力するよう制御し、

前記第1の信号レベルが第1の所定の値以上である場合、

50 前記制御手段は、前記補助増幅器の動作を停止させ、前記第2の補助増幅器の動作を停止させ、

7

前記歪み除去用電力合成器の出力信号を外部に出力するように制御する請求項 1 記載のフィードフォワード増幅器。

【請求項 17】 前記第 1 の信号レベル検出手段は、前記第 1 の電力分配器の前段、または前記第 1 の電力分配器と前記第 1 のベクトル調整器との間、または前記第 1 のベクトル調整器と前記主増幅器との間、または前記第 1 の電力分配器と前記第 1 の遅延回路との間、または前記第 1 の遅延回路と前記歪み検出用電力合成器との間または前記ベースバンド信号発生部の入力または前記ベースバンド信号発生部の出力または前記ベースバンド信号発生部または前記送信回路の入力または前記送信回路の出力または前記送信回路に設けられている請求項 2、

4、5、11、13、15 のいずれかに記載のフィードフォワード増幅器。

【請求項 18】 前記第 1 の信号レベル検出手段は、前記受信回路の入力または前記受信回路の出力または前記受信回路に設けられている請求項 3、4、6、12、14、16 のいずれかに記載のフィードフォワード増幅器。

【請求項 19】 前記第 2 の信号レベル検出手段は、前記歪み除去用電力合成器の後段、または前記第 2 の電力分配器と前記第 2 の遅延回路との間、または前記第 2 の遅延回路と前記歪み除去用電力合成器の間に設けられている請求項 4 記載のフィードフォワード増幅器。

【請求項 20】 前記第 1 の信号レベルが前記入力信号の信号レベルであり、前記第 1 の信号レベル検出手段が前記入力信号の信号レベルを検出する場合、前記第 1 の信号レベル検出手段は、前記入力信号を 2 分配する信号レベル検出用電力分配器と、前記信号レベル検出用電力分配器の一方の出力信号の前記信号レベルを検出する検出手段とを有し、前記信号レベル検出用電力分配器の他方の出力信号は、後段に供給される請求項 17 記載のフィードフォワード増幅器。

【請求項 21】 前記第 2 の信号レベル検出手段は、前記出力信号を 2 分配する信号レベル検出用電力分配器と、前記信号レベル検出用電力分配器の一方の出力信号の前記信号レベルを検出する検出手段とを有し、前記信号レベル検出用電力分配器の他方の出力信号は、後段に供給される請求項 19 記載のフィードフォワード増幅器。

【請求項 22】 前記補助増幅器の動作を停止させるとは、前記補助増幅器の電源を切断するように制御し、及び／または前記補助増幅器が前記第 2 のベクトル調整器の出力信号を入力しないように制御することである請求項 2、3、11、12、15、16 のいずれかに記載のフィードフォワード増幅器。

【請求項 23】 前記主増幅器の動作を停止させると

8

は、前記主増幅器の電源を切断するように制御し、及び／または前記主増幅器が前記第 1 のベクトル調整器の出力信号を入力しないように制御することである請求項 4、5、6、11、12、13、14、15、16 のいずれかに記載のフィードフォワード増幅器。

【請求項 24】 前記第 2 の補助増幅器の動作を停止させるとは、前記第 2 の補助増幅器の電源を切断するように制御し、及び／または前記第 3 のベクトル調整器の出力信号を前記第 2 の補助増幅器が入力しないように制御することである請求項 13、14、15、16 のいずれかに記載のフィードフォワード増幅器。

【請求項 25】 ベースバンド信号を発生させるベースバンド信号発生部と、発生された前記ベースバンド信号から送信信号を出力する送信回路とを備え、前記送信回路には請求項 1～6、11～16、19、21 のいずれかに記載のフィードフォワード増幅器が用いられている通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、主として移動体通信機器の基地局装置に用いられるフィードフォワード増幅器及び通信装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、移動体通信機器の基地局装置にはフィードフォワード方式による歪補償を行なった高出力線形電力増幅器が用いられている。

【0003】図 12 に従来のフィードフォワード増幅器の構成の一例を示す。図 12 において 1 は入力端子、2 は出力端子、3、8 は電力分配器、4、9 は電力合成器、5、13 はベクトル調整器、6 は主増幅器、7、10 は遅延回路、14 は補助増幅器である。また、電力分配器 3、8 および電力合成器 4、9 につけられた記号 a～k、m は各ポートを表している。

【0004】以上のように構成されたフィードフォワード増幅器について、以下、その動作を述べる。

【0005】まず、入力端子 1 から入力された複数のキャリア周波数成分を含んだ入力信号は、電力分配器 3 で 2 分配され、ポート b、ポート c からそれぞれ出力される。ポート b から出力された信号はベクトル調整器 5 を通して主増幅器 6 で増幅され、電力分配器 8、遅延回路 10 を通して電力合成器 4 のポート j に入力される。このとき、主増幅器 6 の非線形性のためにキャリア周波数成分の他に相互変調による歪成分を含んだ信号が入力される。

【0006】また、主増幅器 6 の出力信号の一部が電力分配器 8 のポート f から取り出され、電力合成器 9 のポート h に入力される。一方、ポート c から出力された信号は遅延回路 7 を通して電力合成器 9 のポート g に入力される。ここで、ポート g およびポート h に入力された

10

20

30

40

50

信号のキャリア周波数成分が等振幅で逆位相になるように、ベクトル調整器 5 および遅延回路 7 を調整することにより、ポート i からキャリア周波数成分が相殺された歪成分のみの信号が出力される。

【0007】次に、ポート i から出力された信号はベクトル調整器 13 を通して補助増幅器 14 で増幅され、電力合成器 4 のポート k に入力される。ここで、ポート j およびポート k に入力された信号の歪成分が等振幅で逆位相になるように、ベクトル調整器 13 および遅延回路 10 を調整することにより、電力合成器 4 のポート m から出力端子 2 へ歪成分が相殺されたキャリア周波数成分のみの信号が出力される。

【0008】図 13 (a) ~ (d) に図 12 のポート a, d, i, m における信号の周波数スペクトラムを示す。

【0009】図 13 の (a) に示すようにポート a における信号の周波数スペクトルは、キャリア周波数成分から構成されている。また、図 13 の (b) に示すようにポート d における信号の周波数スペクトルは、キャリア周波数成分と歪み成分とから構成されている。また、図 13 の (c) に示すように、ポート i における信号の周波数スペクトルは、キャリア周波数成分がうち消されており歪み成分のみから構成されている。また、図 13 の (d) に示すように、ポート m における信号の周波数スペクトルは、歪み成分がうち消されており、キャリア周波数成分のみから構成されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかし、図 12 の構成では出力パワーが低下すると図 14 に示す様に効率が低下するという課題を有していた。ここで、効率とは消費電力に対する出力パワーの割合である。

【0011】また、図 12 の構成を用いた移動体通信機器の基地局装置などでは、主増幅器が故障すると装置が稼働できなくなり、通信が完全に停止するという課題を有していた。

【0012】本発明は、上記課題を考慮し、出力パワーが低下しても効率が低下しないフィードフォワード増幅器及び通信装置を提供することを目的とするものである。

【0013】また、本発明は、主増幅器が故障しても通信が完全に停止することがないフィードフォワード増幅器及び通信装置を提供することを目的とするものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために、第 1 の本発明（請求項 1 に対応）は、入力信号を 2 分配する第 1 の電力分配器と、前記第 1 の電力分配器の一方の出力信号の振幅及び位相を調整する第 1 のベクトル調整器と、前記第 1 のベクトル調整器の出力信号を増幅する主増幅器と、前記主増幅器の出力信号を 2 分

配する第 2 の電力分配器と、前記第 1 の電力分配器の他方の出力信号を遅延させる第 1 の遅延回路と、前記第 2 の電力分配器の一方の出力信号と前記第 1 の遅延回路の出力信号とを合成する歪み検出用電力合成器と、前記第 2 の電力分配器の他方の出力信号を遅延させる第 2 の遅延回路と、前記歪み検出用電力合成器の出力信号の振幅及び位相を調整する第 2 のベクトル調整器と、前記第 2 のベクトル調整器の出力信号を増幅する補助増幅器と、前記第 2 の遅延回路の出力信号と前記補助増幅器の出力信号とを合成する歪み除去用電力合成器と、所定の条件に応じて、前記補助増幅器または前記主増幅器の動作を少なくとも停止させる制御手段とを備えたフィードフォワード増幅器である。

【0015】また、第 2 の本発明（請求項 2 に対応）は、前記入力信号の信号レベルまたはベースバンド信号発生部におけるベースバンド信号の信号レベルまたは送信回路における送信信号の信号レベルである第 1 の信号レベルを検出する第 1 の信号レベル検出手段を備え、前記所定の条件とは前記第 1 の信号レベルであり、前記検出された前記第 1 の信号レベルが所定の値以下の場合、前記制御手段は、前記補助増幅器の動作を停止させる第 1 の本発明のフィードフォワード増幅器である。

【0016】また、第 3 の本発明（請求項 3 に対応）は、受信回路における受信信号の信号レベルである第 1 の信号レベルを検出する第 1 の信号レベル検出手段を備え、前記所定の条件とは前記第 1 の信号レベルであり、前記検出された第 1 の信号レベルが所定の値以上の場合、前記制御手段は、前記補助増幅器の動作を停止させる第 1 の本発明のフィードフォワード増幅器である。

【0017】また、第 4 の本発明（請求項 4 に対応）は、前記入力信号の信号レベルまたはベースバンド信号発生部におけるベースバンド信号の信号レベルまたは送信回路における送信信号の信号レベルまたは受信回路における受信信号の信号レベルである第 1 の信号レベルを検出する第 1 の信号レベル検出手段と、前記出力信号の信号レベルである第 2 の信号レベルを検出する第 2 の信号レベル検出手段とを備え、前記所定の条件とは、前記第 1 の信号レベルに対する前記第 2 の信号レベルの利得であり、前記利得が所定の値からずれた場合、前記制御手段は、前記主増幅器の動作を停止させる第 1 の本発明のフィードフォワード増幅器である。

【0018】また、第 5 の本発明（請求項 5 に対応）は、入力信号の信号レベルまたはベースバンド信号発生部におけるベースバンド信号の信号レベルまたは送信回路における送信信号の信号レベルである第 1 の信号レベルを検出する第 1 の信号レベル検出手段を備え、前記所定の条件とは、前記第 1 の信号レベルであり、前記第 1 の信号レベルが所定の値以下の場合、前記制御手段は、前記主増幅器の動作を停止させる第 1 の本発明のフィードフォワード増幅器である。

11

【0019】また、第6の本発明（請求項6に対応）は、受信回路における受信信号の信号レベルである第1の信号レベルを検出する第1の信号レベル検出手段を備え、前記所定の条件とは、前記第1の信号レベルであり、前記第1の信号レベルが所定の値以上の場合、前記制御手段は、前記主増幅器の動作を停止させる第1の本発明のフィードフォワード増幅器である。

【0020】また、第7の本発明（請求項7に対応）は、前記歪み除去用電力合成器は、密結合状態と疎結合状態とを取りうる可変電力合成器であり、前記第1の信号レベルが所定の値より大きい場合、前記制御手段は、前記可変電力合成器を前記疎結合状態をとるよう制御し、前記第1の信号レベルが所定の値以下の場合、前記制御手段は、前記可変電力合成器を前記密結合状態をとるよう制御する第4または5の本発明のフィードフォワード増幅器である。

【0021】また、第8の本発明（請求項8に対応）は、前記歪み除去用電力合成器は、密結合状態と疎結合状態とを取りうる可変電力合成器であり、前記第1の信号レベルが所定の値より小さい場合、前記制御手段は、前記可変電力合成器を前記疎結合状態をとるよう制御し、前記第1の信号レベルが所定の値以上の場合、前記制御手段は、前記可変電力合成器を前記密結合状態をとるよう制御する第4または6の本発明のフィードフォワード増幅器である。

【0022】また、第9の本発明（請求項9に対応）は、前記第1の信号レベルが所定の値以下の場合、前記制御手段は、前記補助増幅器の出力信号を、前記歪み除去用電力合成器を経由することなく出力するよう制御する第4または5の本発明のフィードフォワード増幅器である。

【0023】また、第10の本発明（請求項10に対応）は、前記第1の信号レベルが所定の値以上の場合、前記制御手段は、前記補助増幅器の出力信号を、前記歪み除去用電力合成器を経由することなく出力するよう制御する第4または6の本発明のフィードフォワード増幅器である。

【0024】また、第11の本発明（請求項11に対応）は、入力信号の信号レベルまたはベースバンド信号発生部におけるベースバンド信号の信号レベルまたは送信回路における送信信号の信号レベルである第1の信号レベルを検出する第1の信号レベル検出手段を備え、前記所定の条件とは、前記第1の信号レベルであり、前記第1の信号レベルが、第1の所定の値以下であり、かつ前記第1の所定の値より小さい値である第2の所定の値より大きい場合、前記制御手段は、前記補助増幅器の動作を停止させ、前記第1の信号レベルが、前記第2の所定の値以下である場合、前記制御手段は、前記主増幅器の動作を停止させる第1の本発明のフィードフォワード増幅器である。

12

【0025】また、第12の本発明（請求項12に対応）は、受信回路における受信信号の信号レベルである第1の信号レベルを検出する第1の信号レベル検出手段を備え、前記所定の条件とは、前記第1の信号レベルであり、前記第1の信号レベルが、第1の所定の値以下であり、かつ前記第1の所定の値より小さい値である第2の所定の値より大きい場合、前記制御手段は、前記補助増幅器の動作を停止させ、前記第1の信号レベルが、前記第1の所定の値以上である場合、前記制御手段は、前記主増幅器の動作を停止させる第1の本発明のフィードフォワード増幅器である。

【0026】また、第13の本発明（請求項13に対応）は、前記補助増幅器の出力信号を2分配する第3の電力分配器と、前記第3の電力分配器の一方の出力信号を遅延させる第3の遅延回路と、前記歪み除去用電力合成器の出力信号を2分配する第4の電力分配器と、前記第4の電力分配器の一方の出力信号を遅延させる第4の遅延回路と、前記第4の遅延回路の出力信号と前記第3の電力分配器の他方の出力信号を合成する第2の歪み検出用電力合成器と、前記第2の歪み検出用電力合成器の出力信号の振幅及び位相を調整する第3のベクトル調整器と、前記第3のベクトル調整器の出力信号を増幅する第2の補助増幅器と、前記第3の遅延回路の出力信号と前記第2の補助増幅器の出力信号とを合成する第2の歪み除去用電力合成器と、前記入力信号の信号レベルまたはベースバンド信号発生部におけるベースバンド信号の信号レベルまたは送信回路における送信信号の信号レベルである第1の信号レベルを検出する第1の信号レベル検出手段とを備え、前記制御手段は、前記所定の条件に応じて、前記第2の補助増幅器の動作をも停止させ、前記所定の条件とは、前記第1の信号レベルであり、前記第1の信号レベルが所定の値より大きい場合、前記制御手段は、前記第2の補助増幅器の動作を停止させ、前記補助増幅器の出力信号を前記第3の電力分配器が入力しないように制御し、前記歪み除去用電力合成器の出力信号を外部に出力するよう制御し、前記第1の信号レベルが所定の値以下の場合、前記制御手段は、前記主増幅器の動作を停止させ、前記補助増幅器の出力信号を前記歪み除去用電力合成器が入力せず、前記第3の電力分配器が入力するよう制御し、前記第2の歪み除去用電力合成器の出力信号を外部に出力するよう制御する第1の本発明のフィードフォワード増幅器である。

【0027】また、第14の本発明（請求項14に対応）は、前記補助増幅器の出力信号を2分配する第3の電力分配器と、前記第3の電力分配器の一方の出力信号を遅延させる第3の遅延回路と、前記歪み除去用電力合成器の出力信号を2分配する第4の電力分配器と、前記第4の電力分配器の一方の出力信号を遅延させる第4の遅延回路と、前記第4の遅延回路の出力信号と前記第3の電力分配器の他方の出力信号を合成する第2の歪み検

13

出用電力合成器と、前記第 2 の歪み検出用電力合成器の出力信号の振幅及び位相を調整する第 3 のベクトル調整器と、前記第 3 のベクトル調整器の出力信号を増幅する第 2 の補助増幅器と、前記第 3 の遅延回路の出力信号と前記第 2 の補助増幅器の出力信号とを合成する第 2 の歪み除去用電力合成器と、受信回路における受信信号の信号レベルである第 1 の信号レベルを検出する第 1 の信号レベル検出手段とを備え、前記制御手段は、前記所定の条件に応じて、前記第 2 の補助増幅器の動作をも停止させ、前記所定の条件とは、前記第 1 の信号レベルであり、前記第 1 の信号レベルが所定の値より小さい場合、前記制御手段は、前記第 2 の補助増幅器の動作を停止させ、前記補助増幅器の出力信号を前記第 3 の電力分配器が入力しないように制御し、前記歪み除去用電力合成器の出力信号を外部に出力するように制御し、前記第 1 の信号レベルが所定の値以上の場合、前記制御手段は、前記主増幅器の動作を停止させ、前記補助増幅器の出力信号を前記歪み除去用電力合成器が入力せず、前記第 3 の電力分配器が入力するよう制御し、前記第 2 の歪み除去用電力合成器の出力信号を外部に出力するよう制御する第 1 の本発明のフィードフォワード増幅器である。

【0028】また、第 15 の本発明（請求項 15 に対応）は、前記補助増幅器の出力信号を 2 分配する第 3 の電力分配器と、前記第 3 の電力分配器の一方の出力信号を遅延させる第 3 の遅延回路と、前記歪み除去用電力合成器の出力信号を 2 分配する第 4 の電力分配器と、前記第 4 の電力分配器の一方の出力信号を遅延させる第 4 の遅延回路と、前記第 4 の遅延回路の出力信号と前記第 3 の電力分配器の他方の出力信号を合成する第 2 の歪み検出用電力合成器と、前記第 2 の歪み検出用電力合成器の出力信号の振幅及び位相を調整する第 3 のベクトル調整器と、前記第 3 のベクトル調整器の出力信号を増幅する第 2 の補助増幅器と、前記第 3 の遅延回路の出力信号と前記第 2 の補助増幅器の出力信号とを合成する第 2 の歪み除去用電力合成器と、前記入力信号の信号レベルまたはベースバンド信号発生部におけるベースバンド信号の信号レベルまたは送信回路における送信信号の信号レベルである第 1 の信号レベルを検出する第 1 の信号レベル検出手段とを備え、前記制御手段は、前記所定の条件に応じて前記第 2 の補助増幅器の動作をも停止させ、前記所定の条件とは、前記第 1 の信号レベルであり、前記第 1 の信号レベルが第 1 の所定の値より大きい場合、前記制御手段は、前記第 2 の補助増幅器の動作を停止させ、前記補助増幅器の出力信号を前記第 3 の電力分配器が入力しないように制御し、前記歪み除去用電力合成器の出力信号を外部に出力するように制御し、前記第 1 の信号レベルが第 1 の所定の値以下であり、かつ前記第 1 の所定の値より小さい値である第 2 の所定の値より大きい場合、前記制御手段は、前記主増幅器の動作を停止させ、前記補助増幅器の出力信号を前記歪み除去用電力合成器

14

が入力せず、前記第 3 の電力分配器が入力するよう制御し、前記第 2 の歪み除去用電力合成器の出力信号を外部に出力するよう制御し、前記第 1 の信号レベルが第 2 の所定の値以下である場合、前記制御手段は、前記補助増幅器の動作を停止させ、前記第 2 の補助増幅器の動作を停止させ、前記歪み除去用電力合成器の出力信号を外部に出力するよう制御する第 1 の本発明のフィードフォワード増幅器である。

【0029】また、第 16 の本発明（請求項 16 に対応）は、前記補助増幅器の出力信号を 2 分配する第 3 の電力分配器と、前記第 3 の電力分配器の一方の出力信号を遅延させる第 3 の遅延回路と、前記歪み除去用電力合成器の出力信号を 2 分配する第 4 の電力分配器と、前記第 4 の電力分配器の一方の出力信号を遅延させる第 4 の遅延回路と、前記第 4 の遅延回路の出力信号と前記第 3 の電力分配器の他方の出力信号を合成する第 2 の歪み検出用電力合成器と、前記第 2 の歪み検出用電力合成器の出力信号の振幅及び位相を調整する第 3 のベクトル調整器と、前記第 3 のベクトル調整器の出力信号を増幅する第 2 の補助増幅器と、前記第 3 の遅延回路の出力信号と前記第 2 の補助増幅器の出力信号とを合成する第 2 の歪み除去用電力合成器と、受信回路における受信信号の信号レベルである第 1 の信号レベルを検出する第 1 の信号レベル検出手段とを備え、前記制御手段は、前記所定の条件に応じて前記第 2 の補助増幅器の動作をも停止させ、前記所定の条件とは、前記第 1 の信号レベルであり、前記第 1 の信号レベルが第 2 の所定の値より小さい場合、前記制御手段は、前記第 2 の補助増幅器の動作を停止させ、前記補助増幅器の出力信号を前記第 3 の電力分配器が入力しないように制御し、前記歪み除去用電力合成器の出力信号を外部に出力するように制御し、前記第 1 の信号レベルが前記第 2 の所定の値より大きい値である第 1 の所定の値以下であり、前記第 2 の所定の値より大きい場合、前記制御手段は、前記主増幅器の動作を停止させ、前記補助増幅器の出力信号を前記歪み除去用電力合成器に入力せず、前記第 3 の電力分配器に入力するよう制御し、前記第 2 の歪み除去用電力合成器の出力信号を外部に出力するよう制御し、前記第 1 の信号レベルが第 1 の所定の値以上である場合、前記制御手段は、前記補助増幅器の動作を停止させ、前記第 2 の補助増幅器の動作を停止させ、前記歪み除去用電力合成器の出力信号を外部に出力するよう制御する第 1 の本発明のフィードフォワード増幅器である。

【0030】また、第 17 の本発明（請求項 17 に対応）は、前記第 1 の信号レベル検出手段は、前記第 1 の電力分配器の前段、または前記第 1 の電力分配器と前記第 1 のベクトル調整器との間、または前記第 1 のベクトル調整器と前記主増幅器との間、または前記第 1 の電力分配器と前記第 1 の遅延回路との間、または前記第 1 の遅延回路と前記歪み検出用電力合成器との間または前記

15

ベースバンド信号発生部の入力または前記ベースバンド信号発生部の出力または前記ベースバンド信号発生部または前記送信回路の入力または前記送信回路の出力または前記送信回路に設けられている第 2、4、5、11、13、15 の本発明のいずれかのフィードフォワード増幅器である。

【0031】また、第 18 の本発明（請求項 18 に対応）は、前記第 1 の信号レベル検出手段は、前記受信回路の入力または前記受信回路の出力または前記受信回路に設けられている第 3、4、6、12、14、16 の本発明のいずれかのフィードフォワード増幅器である。

【0032】また、第 19 の本発明（請求項 19 に対応）は、前記第 2 の信号レベル検出手段は、前記歪み除去用電力合成器の後段、または前記第 2 の電力分配器と前記第 2 の遅延回路との間、または前記第 2 の遅延回路と前記歪み除去用電力合成器の間に設けられている第 4 の本発明のフィードフォワード増幅器である。

【0033】また、第 20 の本発明（請求項 20 に対応）は、前記第 1 の信号レベルが前記入力信号の信号レベルであり、前記第 1 の信号レベル検出手段が前記入力信号の信号レベルを検出する場合、前記第 1 の信号レベル検出手段は、前記入力信号を 2 分配する信号レベル検出用電力分配器と、前記信号レベル検出用電力分配器の一方の出力信号の前記信号レベルを検出する検出手段とを有し、前記信号レベル検出用電力分配器の他方の出力信号は、後段に供給される第 17 の本発明のフィードフォワード増幅器である。

【0034】また、第 21 の本発明（請求項 21 に対応）は、前記第 2 の信号レベル検出手段は、前記出力信号を 2 分配する信号レベル検出用電力分配器と、前記信号レベル検出用電力分配器の一方の出力信号の前記信号レベルを検出する検出手段とを有し、前記信号レベル検出用電力分配器の他方の出力信号は、後段に供給される第 19 の本発明に記載のフィードフォワード増幅器である。

【0035】また、第 22 の本発明（請求項 22 に対応）は、前記補助増幅器の動作を停止させるとは、前記補助増幅器の電源を切断するように制御し、及び／または前記補助増幅器が前記第 2 のベクトル調整器の出力信号を入力しないように制御することである第 2、3、11、12、15、16 の本発明のいずれかのフィードフォワード増幅器である。

【0036】また、第 23 の本発明（請求項 23 に対応）は、前記主増幅器の動作を停止させるとは、前記主増幅器の電源を切断するように制御し、及び／または前記主増幅器が前記第 1 のベクトル調整器の出力信号を入力しないように制御することである第 4、5、6、11、12、13、14、15、16 の本発明のいずれかのフィードフォワード増幅器である。

【0037】また、第 24 の本発明（請求項 24 に対

16

応）は、前記第 2 の補助増幅器の動作を停止させるとは、前記第 2 の補助増幅器の電源を切断するよう制御し、及び／または前記第 3 のベクトル調整器の出力信号を前記第 2 の補助増幅器が入力しないように制御することである第 13、14、15、16 の本発明のいずれかのフィードフォワード増幅器である。

【0038】また、第 25 の本発明（請求項 25 に対応）は、ベースバンド信号を発生させるベースバンド信号発生部と、発生された前記ベースバンド信号から送信信号を出力する送信回路とを備え、前記送信回路には第 1～6、11～16、19、21 の本発明のいずれかに記載のフィードフォワード増幅器が用いられている通信装置である。

【0039】次にこのような本発明の動作を説明する。

【0040】本発明のフィードフォワード増幅器は、低出力時には主増幅器で発生する歪レベルが小さいため、主増幅器の出力信号をそのまま歪み除去用電力合成器の出力端子から出力させ、さらに補助増幅器の電源をオフにすることにより、フィードフォワード増幅器の高効率化をはかる。

【0041】また、主増幅器に異常が生じたときは、補助増幅器を用いて入力信号を増幅して出力することにより、フィードフォワード増幅器の信頼性の向上をはかる。

【0042】さらに、本発明のフィードフォワード増幅器を移動体通信装置などの通信装置に搭載することにより、移動体通信装置などの通信装置の高効率化と信頼性の向上をはかる。

【0043】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0044】なお、図 12 の従来のフィードフォワード増幅器と同じ構成要素には同一の符号をつけている。

【0045】（実施の形態 1）図 1 は、本発明の実施の形態 1 におけるフィードフォワード増幅器の構成図である。図 1 において、11 はスイッチ回路、12 は終端抵抗、15 は補助増幅器電源スイッチ回路、16 は電力分配器、17 は信号レベル検出回路、18 は信号レベル検出回路 17 で検出された信号レベルに応じてスイッチ回路 11 および補助増幅器電源スイッチ回路 15 の切り換えを行う制御回路である。電力分配器 16 と信号レベル検出回路 17 で信号レベル検出部 19 を構成している。また、電力分配器 16 につけられた記号 n はポートを表している。

【0046】なお、本実施の形態の電力分配器 3 は本発明の第 1 の電力分配器の例であり、本実施の形態のベクトル調整器 5 は本発明の第 1 のベクトル調整器の例であり、本実施の形態の電力分配器 8 は本発明の第 2 の電力分配器の例であり、本実施の形態の遅延回路 7 は本発明の第 1 の遅延回路の例であり、本実施の形態の電力合成

17

器 9 は本発明の歪み検出用電力合成器の例であり、本実施の形態の遅延回路 10 は本発明の第 2 の遅延回路の例であり、本実施の形態のベクトル調整器 13 は本発明の第 2 のベクトル調整器の例であり、本実施の形態の電力合成器 4 は本発明の歪み除去用電力合成器の例であり、制御回路 18 は本発明の制御手段の例であり、本実施の形態の信号レベル検出部 19 は本発明の第 1 の信号レベル検出手段の例である。

【0047】 以上のように構成されたフィードフォワード増幅器について、以下、その動作を図面を参照しながら説明する。

【0048】 入力端子 1 から入力された複数のキャリア周波数成分を含んだ入力信号は、電力分配器 16 を通じて電力分配器 3 のポート a に入力される。このとき入力信号の一部が電力分配器 16 のポート n から取り出され、信号レベル検出回路 17 に入力される。電力分配器 3 のポート a に入力された信号は 2 分配され、ポート b、ポート c からそれぞれ出力される。

【0049】 ポート b から出力された信号はベクトル調整器 5 を通じて主増幅器 6 で増幅され、電力分配器 8、遅延回路 10 を通じて電力合成器 4 のポート j に入力される。このとき、主増幅器 6 の非線形性のためにキャリア周波数成分の他に相互変調による歪成分を含んだ信号が入力される。

【0050】 また、主増幅器 6 の出力信号の一部が電力分配器 8 のポート f から取り出され、電力合成器 9 のポート h に入力される。一方、ポート c から出力された信号は遅延回路 7 を通じて電力合成器 9 のポート g に入力される。

【0051】 ここで、ポート g およびポート h に入力された信号のキャリア周波数成分が等振幅で逆位相になるように、ベクトル調整器 5 および遅延回路 7 を調整することにより、ポート i からキャリア周波数成分が相殺された歪成分のみの信号が出力される。

【0052】 次に、ポート i から出力された信号はスイッチ回路 11 の共通端子 11a に入力される。ここで、信号レベル検出回路 17 で検出された入力信号レベルが $P1$ (dBm) より大きいときは、制御回路 18 により、スイッチ回路 11 の共通端子 11a と出力切り換え端子 11b を接続し、また、補助増幅器電源スイッチ回路 15 をオンにする。一方、入力信号レベルが $P1$ (dBm) 以下のときは、制御回路 18 により、スイッチ回路 11 の共通端子 11a と出力切り換え端子 11c を接続し、また、補助増幅器電源スイッチ回路 15 をオフにする。

【0053】 まず、入力信号レベルが $P1$ (dBm) より大きいときは、スイッチ回路 11 の共通端子 11a に入力された信号は、出力切り換え端子 11b、ベクトル調整器 13 を通じて補助増幅器 14 で増幅され、電力合成器 4 のポート k に入力される。ここで、ポート j およ

18

びポート k に入力された信号の歪成分が等振幅で逆位相になるように、ベクトル調整器 13 および遅延回路 10 を調整することにより、電力合成器 4 のポート m から出力端子 2 へ歪成分が相殺されたキャリア周波数成分のみの信号が出力される。

【0054】 一方、入力信号レベルが $P1$ (dBm) 以下のときは、スイッチ回路 11 の共通端子 11a に入力された信号は、出力切り換え端子 11c を通じて終端抵抗 12 で吸収される。このため、電力合成器 4 のポート k には信号が入力されず、電力合成器 4 のポート j に入力された信号がポート m から出力端子 2 へそのまま出力される。つまり、出力端子 2 からは主増幅器 6 の出力信号がそのまま出力される。

【0055】 一般に、主増幅器 6 で発生する歪レベルは出力パワーが低下すると図 2 に示す様に小さくなる。主増幅器 6 の出力信号に含まれる歪レベルが $D1$ (例えば -60 dBc) 以下の場合は (入力信号レベルは $P1$ (dBm) に相当)、主増幅器 6 の出力信号をそのまま出力端子 2 に出力しても問題はない。このとき、補助増幅器電源スイッチ回路 15 をオフにするため、補助増幅器 14 で消費される電力が 0 になり、図 3 に示す様に低出力時の効率を向上させることができる。

【0056】 なお、上記実施の形態 1 では、入力信号レベルによりスイッチ回路 11 および補助増幅器電源スイッチ回路 15 の切り換えを行ったが、電力分配器 3 のポート b もしくはベクトル調整器 5 もしくは電力分配器 8 のポート f もしくは電力分配器 3 のポート c もしくは遅延回路 7 から出力される信号レベルにより切り換えを行っても同様に動作することは明らかである。その際、信号レベルを検出する箇所に信号レベル検出部 19 を挿入すれば良い。

【0057】 (実施の形態 2) 図 4 は、本発明の実施の形態 2 におけるフィードフォワード増幅器の構成図である。図 4 において、21 はスイッチ回路、22 は終端抵抗、23 は主増幅器電源スイッチ回路、26 は電力分配器、27 は信号レベル検出回路である。電力分配器 26 と信号レベル検出回路 27 で信号レベル検出部 29 を構成している。

【0058】 制御回路 18 は信号レベル検出回路 17、27 で検出された信号レベルにより、スイッチ回路 21、主増幅器電源スイッチ回路 23 の切り換えおよびベクトル調整器 13 の調整を行う。

【0059】 なお、本実施の形態の電力分配器 3 は本発明の第 1 の電力分配器の例であり、本実施の形態のベクトル調整器 5 は本発明の第 1 のベクトル調整器の例であり、本実施の形態の電力分配器 8 は本発明の第 2 の電力分配器の例であり、本実施の形態の遅延回路 7 は本発明の第 1 の遅延回路の例であり、本実施の形態の電力合成器 9 は本発明の歪み検出用電力合成器の例であり、本実施の形態の遅延回路 10 は本発明の第 2 の遅延回路の例

19

であり、本実施の形態のベクトル調整器 13 は本発明の第 2 のベクトル調整器の例であり、本実施の形態の電力合成器 4 は本発明の歪み除去用電力合成器の例であり、制御回路 18 は本発明の制御手段の例であり、本実施の形態の信号レベル検出部 19 は本発明の第 1 の信号レベル検出手段の例であり、本実施の形態の信号レベル検出部 29 は本発明の第 2 の信号レベル検出手段の例である。

【0060】 以上のように構成されたフィードフォワード増幅器について、以下、その動作を図面を参照しながら説明する。

【0061】 本発明の実施の形態 2 は、主増幅器 6 に異常が生じたときに、入力信号を補助増幅器 14 で直接増幅して出力するフィードフォワード増幅器である。主増幅器 6 が正常に動作しているときは、信号レベル検出部 29 で検出された出力信号レベルと信号レベル検出部 19 で検出された入力信号レベルとの差（フィードフォワード増幅器の利得）は一定に保たれている。しかし出力信号と入力信号の信号レベル差が一定値からずれが生じた場合は、主増幅器は異常であると判断する。

【0062】 主増幅器 6 が正常に動作しているときは、制御回路 18 によりスイッチ回路 21 の共通端子 21a と出力切り換え端子 21b を接続し、主増幅器電源スイッチ回路 23 をオンにする。このとき、本発明の実施の形態 2 のフィードフォワード増幅器は従来のフィードフォワード増幅器と同様の動作をする。

【0063】 一方、主増幅器 6 に異常が生じたときは、制御回路 18 によりスイッチ回路 21 の共通端子 21a と出力切り換え端子 21c を接続し、主増幅器電源スイッチ回路 23 をオフにする。

【0064】 このとき、入力端子 1 から入力された複数のキャリア周波数成分を含んだ入力信号は、電力分配器 16 を通して電力分配器 3 で 2 分配され、ポート b、ポート c からそれぞれ出力される。ポート b から出力された信号は終端抵抗 22 で吸収される。また、ポート c から出力された信号は遅延回路 7、電力合成器 9、ベクトル調整器 13 を通して補助増幅器 14 で増幅される。

【0065】 このとき電力合成器 9 ではポート h には信号が入力されないため、ポート g に入力された信号がそのままポート i から出力される。補助増幅器 14 で増幅された信号は電力合成器 4、電力分配器 26 を通して出力端子 2 から出力される。

【0066】 このとき電力合成器 4 ではポート j には信号が入力されないため、ポート k に入力された信号がそのままポート m から出力される。

【0067】 つまり、出力端子 2 からは補助増幅器 14 の出力信号がそのまま出力される。この場合、制御回路 18 によりベクトル調整器 13 を調整して補助増幅器 14 に入力される信号レベルを制御する。

【0068】 本実施の形態 2 のフィードフォワード増幅

20

器を移動体通信装置に用いた場合、主増幅器 6 が故障しても補助増幅器 14 で直接増幅することにより、最大出力は低下するが装置として稼働し続けることができ、移動体通信装置全体の信頼性を向上させることができる。

【0069】 なお、本実施の形態では、信号レベル検出部 29 は、電力合成器 4 の後段に設けられているとして説明したが、これに限らない。信号レベル検出部 29 を電力分配器 8 と遅延回路 10 との間、または遅延回路 10 と電力合成器 4 の間に設けても構わない。

【0070】 （実施の形態 3） 図 5 は、本発明の実施の形態 3 におけるフィードフォワード増幅器の構成図である。図 5 において、20 は可変電力合成器である。制御回路 18 は信号レベル検出回路 17 で検出された信号レベルに応じて、スイッチ回路 21、主増幅器電源スイッチ回路 23 の切り換えおよび可変電力合成器 20 の結合量を調整する。

【0071】 なお、本実施の形態の電力分配器 3 は本発明の第 1 の電力分配器の例であり、本実施の形態のベクトル調整器 5 は本発明の第 1 のベクトル調整器の例であり、本実施の形態の電力分配器 8 は本発明の第 2 の電力分配器の例であり、本実施の形態の遅延回路 7 は本発明の第 1 の遅延回路の例であり、本実施の形態の電力合成器 9 は本発明の歪み検出用電力合成器の例であり、本実施の形態の遅延回路 10 は本発明の第 2 の遅延回路の例であり、本実施の形態のベクトル調整器 13 は本発明の第 2 のベクトル調整器の例であり、本実施の形態の可変電力合成器 20 は本発明の歪み除去用電力合成器の例であり、制御回路 18 は本発明の制御手段の例であり、本実施の形態の信号レベル検出部 19 は本発明の第 1 の信号レベル検出手段の例である。

【0072】 以上のように構成されたフィードフォワード増幅器について、以下、その動作を図面を参照しながら説明する。

【0073】 本発明の実施の形態 3 は、出力電力が定格出力よりかなり低下した場合に、入力信号を補助増幅器 14 で直接増幅して出力するフィードフォワード増幅器である。信号レベル検出回路 17 で検出された入力信号レベルが P2 (dBm) 以上のときは、制御回路 18 によりスイッチ回路 21 の共通端子 21a と出力切り換え端子 21b を接続し、主増幅器電源スイッチ回路 23 をオンにする。このとき、本発明の実施の形態 3 のフィードフォワード増幅器は従来のフィードフォワード増幅器と同様の動作をする。

【0074】 一方、入力信号レベルが P2 (dBm) 以下のときは、制御回路 18 によりスイッチ回路 21 の共通端子 21a と出力切り換え端子 21c を接続し、主増幅器電源スイッチ回路 23 をオフにし、さらに可変電力合成器 20 を疎結合（例えば 10 dB）から密結合（例えば 3 dB）にする。すなわち、可変電力合成器 20 は、密結合にされている場合、ポート k とポート m との

21

結合が 3 dB になり、疎結合にされている場合、ポート k とポート m との結合が 10 dB になるものである。

【0075】このとき、入力端子 1 から入力された複数のキャリア周波数成分を含んだ入力信号は、電力分配器 16 を通して電力分配器 3 で 2 分配され、ポート b、ポート c からそれぞれ出力される。

【0076】ポート b から出力された信号は終端抵抗 22 で吸収される。また、ポート c から出力された信号は遅延回路 7、電力合成器 9、ベクトル調整器 13 を通して補助増幅器 14 で増幅される。このとき電力合成器 9

ではポート h には信号が入力されないため、ポート g に入力された信号がそのままポート i から出力される。

【0077】補助増幅器 14 で増幅された信号は可変電力合成器 20 を通して出力端子 2 から出力される。このとき可変電力合成器 20 ではポート j には信号が入力されないため、ポート k に入力された信号がそのままポート m から出力される。つまり、出力端子 2 からは補助増幅器 14 の出力信号がそのまま出力される。また、このとき可変電力合成器 20 は密結合にされているので、ポート k に入力された信号は疎結合の場合よりは減衰せずに、ポート m から出力される。

【0078】通常フィードフォワード増幅器は、入力信号を主増幅器 6 で増幅し、主増幅器 6 で発生する歪成分を検出し、除去を行って出力端子 2 から出力される。しかし、入力信号を補助増幅器 14 で直接増幅させた場合、補助増幅器 14 の出力信号に含まれる歪レベルが D1 (例えば -60 dBc) 以下であれば (入力信号レベルは P2 (dBm) に相当)、補助増幅器 14 の出力信号をそのまま出力端子 2 に出力しても問題はない。このとき、主増幅器電源スイッチ回路 23 をオフにするため、主増幅器 6 で消費される電力が 0 になり低出力時の効率を向上させることができる。

【0079】また、本実施の形態 3 のフィードフォワード増幅器を移動体通信装置に用いた場合、主増幅器 6 が故障しても補助増幅器 14 で直接増幅することにより、最大出力は低下するが装置として稼動し続けることができ、移動体通信装置全体の信頼性を向上させることができる。

【0080】なお、上記実施の形態 3 では、入力信号レベルによりスイッチ回路 21、主増幅器電源スイッチ回路 23 の切り換えおよび可変電力合成器 20 の調整を行ったが、電力分配器 3 のポート b もしくは電力分配器 3 のポート c もしくは遅延回路 7 から出力される信号レベルにより切り換えを行っても同様に動作することは明らかである。その際、信号レベルを検出する箇所に信号レベル検出部 19 を挿入すれば良い。

【0081】(実施の形態 4) 図 6 は、本発明の実施の形態 4 におけるフィードフォワード増幅器の構成図である。図 6 において、24、25 はスイッチ回路である。制御回路 18 は信号レベル検出回路 17 で検出された信

22

号レベルに応じてスイッチ回路 21、24、25 および主増幅器電源スイッチ回路 23 の切り換えを行う。

【0082】なお、本実施の形態の電力分配器 3 は本発明の第 1 の電力分配器の例であり、本実施の形態のベクトル調整器 5 は本発明の第 1 のベクトル調整器の例であり、本実施の形態の電力分配器 8 は本発明の第 2 の電力分配器の例であり、本実施の形態の遅延回路 7 は本発明の第 1 の遅延回路の例であり、本実施の形態の電力合成器 9 は本発明の歪み検出用電力合成器の例であり、本実施の形態の遅延回路 10 は本発明の第 2 の遅延回路の例であり、本実施の形態のベクトル調整器 13 は本発明の第 2 のベクトル調整器の例であり、本実施の形態の電力合成器 4 は本発明の歪み除去用電力合成器の例であり、制御回路 18 は本発明の制御手段の例であり、本実施の形態の信号レベル検出部 19 は本発明の第 1 の信号レベル検出手段の例である。

【0083】以上のように構成されたフィードフォワード増幅器について、以下、その動作を図面を参照しながら説明する。

【0084】本発明の実施の形態 4 は、出力電力が定格出力よりかなり低下した場合に、入力信号を補助増幅器 14 で直接増幅して出力するフィードフォワード増幅器である。

【0085】信号レベル検出回路 17 で検出された入力信号レベルが P2 (dBm) 以上のときは、制御回路 18 によりスイッチ回路 21 の共通端子 21a と出力切り換え端子 21b、スイッチ回路 24 の共通端子 24a と出力切り換え端子 24b、スイッチ回路 25 の共通端子 25a と出力切り換え端子 25b をそれぞれ接続し、主増幅器電源スイッチ回路 23 をオンにする。このとき、本発明の実施の形態 4 のフィードフォワード増幅器は従来のフィードフォワード増幅器と同様の動作をする。

【0086】一方、入力信号レベルが P2 (dBm) 以下のときは、制御回路 18 によりスイッチ回路 21 の共通端子 21a と出力切り換え端子 21c、スイッチ回路 24 の共通端子 24a と出力切り換え端子 24c、スイッチ回路 25 の共通端子 25a と出力切り換え端子 25c をそれぞれ接続し、主増幅器電源スイッチ回路 23 をオフにする。

【0087】このとき、入力端子 1 から入力された複数のキャリア周波数成分を含んだ入力信号は、電力分配器 16 を通して電力分配器 3 で 2 分配され、ポート b、ポート c からそれぞれ出力される。

【0088】ポート b から出力された信号は終端抵抗 22 で吸収される。また、ポート c から出力された信号は遅延回路 7、電力合成器 9、ベクトル調整器 13 を通して補助増幅器 14 で増幅される。このとき電力合成器 9 ではポート h には信号が入力されないため、ポート g に入力された信号がそのままポート i から出力される。補助増幅器 14 で増幅された信号はスイッチ回路 24、2

23

5を通して出力端子2から出力される。つまり、出力端子2からは補助増幅器14の出力信号がそのまま出力される。

【0089】通常フィードフォワード増幅器は、入力信号を主増幅器6で増幅し、主増幅器6で発生する歪成分を検出し、除去を行って出力端子2から出力される。しかし、入力信号を補助増幅器14で直接増幅させた場合、補助増幅器14の出力信号に含まれる歪レベルがD1（例えば-60dBc）以下であれば（入力信号レベルはP2（dBm）に相当）、補助増幅器14の出力信号をそのまま出力端子2に出力しても問題はない。このとき、主増幅器電源スイッチ回路23をオフにするため、主増幅器6で消費される電力が0になり低出力時の効率を向上させることができる。また、本実施の形態4のフィードフォワード増幅器を移動体通信装置に用いた場合、主増幅器6が故障しても補助増幅器14で直接増幅することにより、最大出力は低下するが装置として稼働し続けることができ、移動体通信装置全体の信頼性を向上させることができる。

【0090】なお、上記実施の形態4では、入力信号レベルによりスイッチ回路21、24、25および主増幅器電源スイッチ回路23の切り換えを行ったが、電力分配器3のポートbもしくは電力分配器3のポートcもしくは遅延回路7から出力される信号レベルにより切り換えを行っても同様に動作することは明らかである。その際、信号レベルを検出する箇所に信号レベル検出部19を挿入すれば良い。

【0091】（実施の形態5）図7は、本発明の実施の形態5におけるフィードフォワード増幅器の構成図であり、以下、その動作を図面を参照しながら説明する。

【0092】本発明の実施の形態5は、本実施の形態1と本実施の形態4の機能を兼ね合わせた構成である。

【0093】なお、本実施の形態の電力分配器3は本発明の第1の電力分配器の例であり、本実施の形態のベクトル調整器5は本発明の第1のベクトル調整器の例であり、本実施の形態の電力分配器8は本発明の第2の電力分配器の例であり、本実施の形態の遅延回路7は本発明の第1の遅延回路の例であり、本実施の形態の電力合成器9は本発明の歪み検出用電力合成器の例であり、本実施の形態の遅延回路10は本発明の第2の遅延回路の例であり、本実施の形態のベクトル調整器13は本発明の第2のベクトル調整器の例であり、本実施の形態の電力合成器4は本発明の歪み除去用電力合成器の例であり、制御回路18は本発明の制御手段の例であり、本実施の形態の信号レベル検出部19は本発明の第1の信号レベル検出手段の例である。

【0094】信号レベル検出回路17で検出した入力端子1から入力された入力信号レベルがP1（dBm）以上のときは、制御回路18により、スイッチ回路11の共通端子11aと出力切り換え端子11b、スイッチ回

24

路21の共通端子21aと出力切り換え端子21b、スイッチ回路24の共通端子24aと出力切り換え端子24b、スイッチ回路25の共通端子25aと出力切り換え端子25bをそれぞれ接続し、さらに主増幅器電源スイッチ回路23および補助増幅器電源スイッチ回路15をオンにする。この場合、本発明の実施の形態5のフィードフォワード増幅器は従来のフィードフォワード増幅器と同様の動作をする。

【0095】一方、入力信号レベルがP2（dBm）以上P1（dBm）以下のときは、スイッチ回路11の共通端子11aと出力切り換え端子11c、スイッチ回路21の共通端子21aと出力切り換え端子21b、スイッチ回路25の共通端子25aと出力切り換え端子25bをそれぞれ接続し、さらに主増幅器電源スイッチ回路23をオンにし、補助増幅器電源スイッチ回路15はオフにする。スイッチ回路24は共通端子24aと出力切り換え端子24b、24cのどちらに接続しても良い。この場合、主増幅器6の出力信号に含まれる歪レベルがD1（例えば-60dBc）以下であるため、出力端子2から主増幅器6の出力信号をそのまま出力させる。

【0096】さらに、入力信号レベルがP2（dBm）以下のときは、スイッチ回路11の共通端子11aと出力切り換え端子11b、スイッチ回路21の共通端子21aと出力切り換え端子21c、スイッチ回路24の共通端子24aと出力切り換え端子24c、スイッチ回路25の共通端子25aと出力切り換え端子25cをそれぞれ接続し、さらに補助増幅器電源スイッチ回路15をオンにし、主増幅器電源スイッチ回路23はオフにする。この場合、入力信号を補助増幅器14で直接増幅し、補助増幅器14の出力信号に含まれる歪レベルがD1（例えば-60dBc）以下であるため、出力端子2から補助増幅器14の出力信号をそのまま出力させる。

【0097】このように図7の構成にすることで低出力時の効率を向上させることができる。また、本実施の形態5のフィードフォワード増幅器を移動体通信装置に用いた場合、主増幅器6が故障しても補助増幅器14で直接増幅することにより、最大出力は低下するが装置として稼働し続けることができ、移動体通信装置全体の信頼性を向上させることができる。

【0098】なお、上記実施の形態5では、入力信号レベルによりスイッチ回路11、21、24、25および主増幅器電源スイッチ回路23、補助増幅器電源スイッチ回路15の切り換えを行ったが、電力分配器3のポートbもしくは電力分配器3のポートcもしくは遅延回路7から出力される信号レベルにより切り換えを行っても同様に動作することは明らかである。その際、信号レベルを検出する箇所に信号レベル検出部19を挿入すれば良い。

【0099】（実施の形態6）図8は、本発明の実施の形態6におけるフィードフォワード増幅器の構成図であ

25

る。図 8 において、31、36 は電力分配器、32、37 は電力合成器、33 はスイッチ回路、34 は終端抵抗、35、38 は遅延回路、39 はベクトル調整器、40 は電力増幅器、41 は電力増幅器電源スイッチ回路である。電力分配器 3、8、31、電力合成器 4、9、ベクトル調整器 5、13、主増幅器 6、遅延回路 7、10、補助増幅器 14、スイッチ回路 21、24、主増幅器電源スイッチ回路 23 および終端抵抗 22 で第 1 のフィードフォワード増幅器回路 42 を構成し、電力分配器 31、36、電力合成器 32、37、ベクトル調整器 13、39、補助増幅器 14、遅延回路 35、38、電力増幅器 40、スイッチ回路 24、33、電力増幅器電源スイッチ回路 41 および終端抵抗 34 で第 2 のフィードフォワード増幅器回路 43 を構成している。また、電力分配器 31、36 および電力合成器 32、37 につけられた記号 $\alpha \sim z$ は各ポートを表している。

【0100】なお、本実施の形態の電力分配器 3 は本発明の第 1 の電力分配器の例であり、本実施の形態のベクトル調整器 5 は本発明の第 1 のベクトル調整器の例であり、本実施の形態の電力分配器 8 は本発明の第 2 の電力分配器の例であり、本実施の形態の遅延回路 7 は本発明の第 1 の遅延回路の例であり、本実施の形態の電力合成器 9 は本発明の歪み検出用電力合成器の例であり、本実施の形態の遅延回路 10 は本発明の第 2 の遅延回路の例であり、本実施の形態のベクトル調整器 13 は本発明の第 2 のベクトル調整器の例であり、本実施の形態の電力合成器 4 は本発明の歪み除去用電力合成器の例であり、制御回路 18 は本発明の制御手段の例であり、本実施の形態の信号レベル検出部 19 は本発明の第 1 の信号レベル検出手段の例であり、本実施の形態の電力分配器 36 は本発明の第 3 の電力分配器の例であり、本実施の形態の遅延回路 38 は本発明の第 3 の遅延回路の例であり、本実施の形態の電力分配器 31 は本発明の第 4 の電力分配器の例であり、本実施の形態の遅延回路 35 は本発明の第 4 の遅延回路の例であり、本実施の形態の電力合成器 37 は本発明の第 2 の歪み検出用電力合成器の例であり、本実施の形態のベクトル調整器 39 は本発明の第 3 のベクトル調整器の例であり、本実施の形態の電力増幅器 40 は本発明の第 2 の補助増幅器の例であり、本実施の形態の電力合成器 32 は本発明の第 2 の歪み除去用電力合成器の例である。

【0101】以上のように構成されたフィードフォワード増幅器について、以下、その動作を図面を参照しながら説明する。

【0102】入力端子 1 から入力された複数のキャリア周波数成分を含んだ入力信号は、電力分配器 16 を通じて電力分配器 3 のポート α に入力される。このとき入力信号の一部が電力分配器 16 のポート n から取り出され、信号レベル検出回路 17 に入力される。電力分配器 3 のポート α に入力された信号は 2 分配され、ポート

26

b 、ポート c からそれぞれ出力される。

【0103】ポート b から出力された信号は、スイッチ回路 21 の共通端子 21a に入力される。

【0104】ここで、信号レベル検出回路 17 で検出された入力信号レベルが $P3$ (dBm) 以上のときは、制御回路 18 により、スイッチ回路 21 の共通端子 21a と出力切り換え端子 21b、スイッチ回路 24 の共通端子 24a と出力切り換え端子 24b、スイッチ回路 25 の共通端子 25a と出力切り換え端子 25b、スイッチ回路 33 の共通端子 33a と出力切り換え端子 33c をそれぞれ接続し、さらに主増幅器電源スイッチ回路 23 をオンにし、電力増幅器電源スイッチ回路 41 はオフにする。

【0105】一方、入力信号レベルが $P3$ (dBm) 以下のときは、スイッチ回路 21 の共通端子 21a と出力切り換え端子 21c、スイッチ回路 24 の共通端子 24a と出力切り換え端子 24c、スイッチ回路 25 の共通端子 25a と出力切り換え端子 25c、スイッチ回路 33 の共通端子 33a と出力切り換え端子 33b をそれぞれ接続し、さらに電力増幅器電源スイッチ回路 41 をオンにし、主増幅器電源スイッチ回路 23 はオフにする。

【0106】まず、入力信号レベルが $P3$ (dBm) 以上のときは、スイッチ回路 21 の共通端子 21a に入力された信号は、出力切り換え端子 21b、ベクトル調整器 5 を通じて主増幅器 6 で増幅され、電力分配器 8、遅延回路 10 を通じて電力合成器 4 のポート j に入力される。このとき、主増幅器 6 の非線形性のためにキャリア周波数成分の他に相互変調による歪成分を含んだ信号が入力される。また、主増幅器 6 の出力信号の一部が電力分配器 8 のポート f から取り出され、電力合成器 9 のポート h に入力される。

【0107】一方、ポート c から出力された信号は遅延回路 7 を通じて電力合成器 9 のポート g に入力される。ここで、ポート g およびポート h に入力された信号のキャリア周波数成分が等振幅で逆位相になるように、ベクトル調整器 5 および遅延回路 7 を調整することにより、ポート i からキャリア周波数成分が相殺された歪成分のみの信号が出力される。

【0108】次に、ポート i から出力された信号は電力分配器 31 で 2 分配されポート p 、ポート q からそれぞれ出力される。ポート q から出力された信号はスイッチ回路 33 を通じて終端抵抗 34 で吸収される。ポート p から出力された信号はベクトル調整器 13 を通じて補助増幅器 14 で増幅され、スイッチ回路 24 を通じて電力合成器 4 のポート k に入力される。ここで、ポート j およびポート k に入力された信号の歪成分が等振幅で逆位相になるように、ベクトル調整器 13 および遅延回路 10 を調整することにより、電力合成器 4 のポート m からは歪成分が相殺されたキャリア周波数成分のみの信号が出力される。ポート m から出力された信号はスイッチ回

27

路 25 を通して出力端子 2 から出力される。

【0109】一方、入力信号レベルが P3 (dBm) 以下のときは、スイッチ回路 21 の共通端子 21a に入力された信号は、出力切り換え端子 21c を通して終端抵抗 22 で吸収される。また、ポート c から出力された信号は遅延回路 7、電力合成器 9 を通して電力分配器 31 のポート o に入力される。このとき電力合成器 9 ではポート h には信号が入力されないため、ポート g に入力された信号がそのままポート i から出力される。電力分配器 31 のポート o に入力された信号は 2 分配されポート p, ポート q からそれぞれ出力される。ポート p から出力された信号はベクトル調整器 13 を通して補助増幅器 14 で増幅され、スイッチ回路 24、電力分配器 36、遅延回路 38 を通して電力合成器 32 のポート x に入力される。

【0110】このとき、補助増幅器 14 の非線形性のためにキャリア周波数成分の他に相互変調による歪成分を含んだ信号が入力される。また、スイッチ回路 24 の出力信号の一部が電力分配器 36 のポート t から取り出され、電力合成器 37 のポート v に入力される。一方、ポート q から出力された信号はスイッチ回路 33、遅延回路 35 を通して電力合成器 37 のポート u に入力される。

【0111】ここで、ポート u およびポート v に入力された信号のキャリア周波数成分が等振幅で逆位相になるように、ベクトル調整器 13 および遅延回路 35 を調整することにより、ポート w からキャリア周波数成分が相殺された歪成分のみの信号が出力される。

【0112】次に、ポート w から出力された信号はベクトル調整器 39 を通して電力増幅器 40 で増幅され電力合成器 32 のポート y に入力される。ここで、ポート x およびポート y に入力された信号の歪成分が等振幅で逆位相になるように、ベクトル調整器 39 および遅延回路 38 を調整することにより、電力合成器 32 のポート z からは歪成分が相殺されたキャリア周波数成分のみの信号が出力される。ポート z から出力された信号はスイッチ回路 25 を通して出力端子 2 から出力される。

【0113】つまり、入力信号レベルが P3 (dBm) 以上のときは第 1 のフィードフォワード増幅器回路 42 により入力信号を増幅し、P3 (dBm) 以下のときは第 2 のフィードフォワード増幅器回路 43 により入力信号を増幅させる。電力増幅器 40 で消費される電力は主増幅器 6 で消費される電力に比べてはるかに小さい。また、補助増幅器 14 は、主増幅器 6 に比べて低電力用であるため、補助増幅器 14 で消費される電力は、主増幅器 6 で消費される電力に比べて小さい。

【0114】このように図 8 の構成にすることで、低出力時には電力増幅器 40 で消費される電力が増える一方で主増幅器で消費される電力が 0 になるため効率を向上させることができる。また、本実施の形態 6 のフィード

28

フォワード増幅器を移動体通信装置に用いた場合、主増幅器 6 が故障しても最大出力は低下するが装置として稼働し続けることができ、移動体通信装置全体の信頼性を向上することができる。

【0115】なお、上記実施の形態 6 では、入力信号レベルによりスイッチ回路 21, 24, 25, 33 および主増幅器電源スイッチ回路 23、電力増幅器電源スイッチ回路 41 の切り換えを行ったが、電力分配器 3 のポート b もしくは電力分配器 3 のポート c もしくは遅延回路 7 から出力される信号レベルにより切り換えを行っても同様に動作することは明らかである。その際、信号レベルを検出する箇所に信号レベル検出部 19 を挿入すれば良い。

【0116】（実施の形態 7）図 9 は、本発明の実施の形態 7 におけるフィードフォワード増幅器の構成図であり、以下、その動作を図面を参照しながら説明する。

【0117】本発明の実施の形態 7 は、本実施の形態 1 と本実施の形態 6 の機能を兼ね合わせた構成である。

【0118】なお、本実施の形態の電力分配器 3 は本発明の第 1 の電力分配器の例であり、本実施の形態のベクトル調整器 5 は本発明の第 1 のベクトル調整器の例であり、本実施の形態の電力分配器 8 は本発明の第 2 の電力分配器の例であり、本実施の形態の遅延回路 7 は本発明の第 1 の遅延回路の例であり、本実施の形態の電力合成器 9 は本発明の歪み検出用電力合成器の例であり、本実施の形態の遅延回路 10 は本発明の第 2 の遅延回路の例であり、本実施の形態のベクトル調整器 13 は本発明の第 2 のベクトル調整器の例であり、本実施の形態の電力合成器 4 は本発明の歪み除去用電力合成器の例であり、制御回路 18 は本発明の制御手段の例であり、本実施の形態の信号レベル検出部 19 は本発明の第 1 の信号レベル検出手段の例であり、本実施の形態の電力分配器 36 は本発明の第 3 の電力分配器の例であり、本実施の形態の遅延回路 38 は本発明の第 3 の遅延回路の例であり、本実施の形態の電力分配器 31 は本発明の第 4 の電力分配器の例であり、本実施の形態の遅延回路 35 は本発明の第 4 の遅延回路の例であり、本実施の形態の電力合成器 37 は本発明の第 2 の歪み検出用電力合成器の例であり、本実施の形態のベクトル調整器 39 は本発明の第 3 のベクトル調整器の例であり、本実施の形態の電力増幅器 40 は本発明の第 2 の補助増幅器の例であり、本実施の形態の電力合成器 32 は本発明の第 2 の歪み除去用電力合成器の例である。

【0119】信号レベル検出回路 17 で検出した入力端子 1 から入力された入力信号レベルが P3 (dBm) 以上のときは、制御回路 18 により、スイッチ回路 11 の共通端子 11a と出力切り換え端子 11b、スイッチ回路 21 の共通端子 21a と出力切り換え端子 21b、スイッチ回路 24 の共通端子 24a と出力切り換え端子 24b、スイッチ回路 25 の共通端子 25a と出力切り換

29

え端子25b, スイッチ回路33の共通端子33aと出力切り換え端子33cをそれぞれ接続し、さらに主増幅器電源スイッチ回路23および補助増幅器電源スイッチ回路15をオンにし、電力増幅器電源スイッチ回路41はオフにする。この場合、入力信号を第1のフィードフォワード増幅器回路42で増幅して出力端子2から出力させる。

【0120】一方、入力信号レベルがP1(dBm)以上P3(dBm)以下のときは、スイッチ回路11の共通端子11aと出力切り換え端子11b, スイッチ回路21の共通端子21aと出力切り換え端子21c, スイッチ回路24の共通端子24aと出力切り換え端子24c, スイッチ回路25の共通端子25aと出力切り換え端子25c, スイッチ回路33の共通端子33aと出力切り換え端子33bをそれぞれ接続し、さらに補助増幅器電源スイッチ回路15および電力増幅器電源スイッチ回路41をオンにし、主増幅器電源スイッチ回路23はオフにする。この場合、入力信号を第2のフィードフォワード増幅器回路43で増幅して出力端子2から出力させる。

【0121】さらに、入力信号レベルがP1(dBm)以下のときは、スイッチ回路11の共通端子11aと出力切り換え端子11c, スイッチ回路21の共通端子21aと出力切り換え端子21b, スイッチ回路25の共通端子25aと出力切り換え端子25b, スイッチ回路33の共通端子33aと出力切り換え端子33cをそれぞれ接続し、さらに主増幅器電源スイッチ回路23をオンにし、補助増幅器電源スイッチ回路15および電力増幅器電源スイッチ回路41はオフにする。スイッチ回路24は共通端子24aと出力切り換え端子24b, 24cのどちらに接続しても良い。この場合、主増幅器6の出力信号に含まれる歪レベルがD1(例えば-60dBc)以下であるため、出力端子2から主増幅器6の出力信号をそのまま出力させる。

【0122】このように図9の構成にすることで低出力時の効率を向上させることができる。また、本実施の形態7のフィードフォワード増幅器を移動体通信装置に用いた場合、主増幅器6が故障しても最大出力は低下するが装置として稼動し続けることができ、移動体通信装置全体の信頼性を向上させることができる。

【0123】なお、上記実施の形態7では、入力信号レベルによりスイッチ回路11, 21, 24, 25, 33および主増幅器電源スイッチ回路23, 補助増幅器電源スイッチ回路15, 電力増幅器電源スイッチ回路41の切り換えを行ったが、電力分配器3のポートbもしくは電力分配器3のポートcもしくは遅延回路7から出力される信号レベルにより切り換えを行っても同様に動作することは明らかである。その際、信号レベルを検出する箇所信号レベル検出部19を挿入すれば良い。

【0124】(実施の形態8)図10は、本発明の実施

30

の形態8におけるフィードフォワード増幅器の構成図である。

【0125】なお、実施の形態8のフィードフォワード増幅器のうち実施の形態5のフィードフォワード増幅器と同一部分については同一符号を付し詳細な説明を省略する。

【0126】実施の形態8の図10は、実施の形態5の図7とは以下の点が異なっているすなわち、図10のフィードフォワード増幅器では、補助増幅器14の出力に、電力合成器4のポートkが接続されており、遅延回路10の出力に電力合成器4のポートjが接続されている。また電力合成器4のポートmにアンテナ共用器51のポートpが接続されている。また、アンテナ共用器51のポートrは、アンテナ50に接続しており、アンテナ共用器51のポートqは受信回路52の入力に接続している。受信回路52の出力は受信出力端子55に接続している。また、受信回路52には信号レベル検出回路53が接続されており、信号レベル検出回路53の出力には、制御回路54が接続されている。それ以外は実施の形態5と同様である。

【0127】なお、本実施の形態の電力分配器3は本発明の第1の電力分配器の例であり、本実施の形態のベクトル調整器5は本発明の第1のベクトル調整器の例であり、本実施の形態の電力分配器8は本発明の第2の電力分配器の例であり、本実施の形態の遅延回路7は本発明の第1の遅延回路の例であり、本実施の形態の電力合成器9は本発明の歪み検出用電力合成器の例であり、本実施の形態の遅延回路10は本発明の第2の遅延回路の例であり、本実施の形態のベクトル調整器13は本発明の第2のベクトル調整器の例であり、本実施の形態の電力合成器4は本発明の歪み除去用電力合成器の例であり、制御回路18は本発明の制御手段の例であり、本実施の形態の信号レベル検出回路53は本発明の第1の信号レベル検出手段の例である。

【0128】次に、このような本実施の形態の動作を実施の形態5との相違点を中心に説明する。

【0129】実施の形態5では、信号レベル検出回路17が入力端子1から入力された入力信号の入力信号レベルを検出し、検出した入力信号レベルに基づき、制御回路18がスイッチ回路11などを制御したが、本実施の形態では、信号レベル検出回路53は、受信波をアンテナ50で受信した受信信号のレベルを検出する。そして、制御回路54は、検出した受信信号のレベルに基づきスイッチ回路11などを制御する。

【0130】すなわち、アンテナ共用器51は、アンテナ50で受信された受信波を受信信号として受信回路52に導くとともに、電力合成器4のポートmから出力された送信信号をアンテナ50に導いている。

【0131】受信回路52は、アンテナ共用器51のポートqから出力された受信信号を処理して受信出力端子

31

55に出力するとともに、処理した受信信号を信号レベル検出回路53に出力する。

【0132】信号レベル検出回路53は、受信回路52から出力されてくる受信信号の受信信号レベルを検出する。

【0133】一般にアンテナ50で受信された受信信号の受信信号レベルが低い場合には、相手側装置が遠い場所または電波の届きにくい場所に位置していることになる。従って相手側装置が良好に受信出来るようにアンテナ50から大電力の送信波を送信する必要がある。また、アンテナ50で受信された受信信号の受信信号レベルが高い場合には、相手側装置が近い場所または電波が良く届く場所に位置していることになる。従って相手側装置に小電力の送信波を送信しても相手側装置は良好に受信することが出来る。

【0134】従って、信号レベル検出回路53で検出した、受信回路52から出力されてくる受信信号レベルがP2 (dBm) 以下のときは、制御回路54により、スイッチ回路11の共通端子11aと出力切り換え端子11b、スイッチ回路21の共通端子21aと出力切り換え端子21bをそれぞれ接続し、さらに主増幅器電源スイッチ回路23および補助増幅器電源スイッチ回路15をオンにする。この場合、本実施の形態のフィードフォワード増幅器は従来のフィードフォワード増幅器と同様の動作をする。

【0135】一方、信号レベル検出回路53で検出した、受信回路52から出力されてくる受信信号の受信信号レベルがP2 (dBm) 以上P1 (dBm) 以下のときは、スイッチ回路11の共通端子11aと出力切り換え端子11c、スイッチ回路21の共通端子21aと出力切り換え端子21bをそれぞれ接続し、さらに主増幅器電源スイッチ回路23をオンにし、補助増幅器電源スイッチ回路15はオフにする。この場合、主増幅器6の出力信号に含まれる歪レベルがD1 (例えば-60 dBc) 以下であるため、電力合成器4のポートmから主増幅器6の出力信号をそのまま出力させる。

【0136】さらに、入力信号レベルがP1 (dBm) 以上のときは、スイッチ回路11の共通端子11aと出力切り換え端子11b、スイッチ回路21の共通端子21aと出力切り換え端子21cをそれぞれ接続し、さらに補助増幅器電源スイッチ回路15をオンにし、主増幅器電源スイッチ回路23はオフにする。この場合、入力信号を補助増幅器14で直接増幅し、補助増幅器14の出力信号に含まれる歪レベルがD1 (例えば-60 dBc) 以下であるため、電力合成器4のポートmから補助増幅器14の出力信号をそのまま出力させる。

【0137】従って、図10の構成にすることで低出力時の効率を向上させることができる。また、本実施の形態8のフィードフォワード増幅器を移動体通信装置に用いた場合、主増幅器6が故障しても補助増幅器14で直

32

接増幅することにより、最大出力は低下するが装置として稼動し続けることができ、移動体通信装置全体の信頼性を向上させることができる。

【0138】なお、本実施の形態8では、受信回路52で処理された受信信号レベルによりスイッチ回路11、21および主増幅器電源スイッチ回路23、補助増幅器電源スイッチ回路15の切り換えを行ったが、受信回路52で処理される前の受信信号の信号レベル、または受信回路52で処理途中の受信信号の信号レベルにより切り換えを行っても同様に動作することは明らかである。

【0139】なお、図1、図4、図5、図6、図7、図8、及び図9で説明した各フィードフォワード増幅器において、信号レベル検出回路17で入力端子1から入力された入力信号の信号レベルを検出する代わりに、実施の形態8と同様に受信回路52からの受信信号の信号レベルを信号レベル検出回路52で検出し、その検出した信号レベルに基づいて制御回路が各スイッチ回路などを制御しても構わない。

【0140】ただし、受信回路52からの受信信号の信号レベルを検出し、その検出した信号レベルに基づいて制御回路が各スイッチ回路などを制御する場合は、各実施の形態で説明したフィードフォワード増幅器で制御する場合とは、検出した信号レベルの大きさが逆になる。

【0141】例えば、実施の形態1で説明した、図1のフィードフォワード増幅器では、受信回路52からの受信信号の、検出された信号レベルがP1 (dBm) 以下のときは、制御回路18により、スイッチ回路11の共通端子11aと出力切り換え端子11bを接続し、また、補助増幅器電源スイッチ回路15をオンにすればよい。一方、入力信号レベルがP1 (dBm) より大きいときは、制御回路18により、スイッチ回路11の共通端子11aと出力切り換え端子11cを接続し、また、補助増幅器電源スイッチ回路15をオフにすればよい。

【0142】このように受信回路52からの受信信号の信号レベルを検出し、その検出した信号レベルに基づいて制御回路が各スイッチ回路などを制御する場合は、各実施の形態で説明したフィードフォワード増幅器で制御する場合と、検出した信号レベルの大きさが逆になるように制御すればよい。それ以外は各実施の形態と同様である。

【0143】(実施の形態9) 図11は、本発明の実施の形態9におけるフィードフォワード増幅器の構成図である。

【0144】実施の形態9のフィードフォワード増幅器のうち、実施の形態5のフィードフォワード増幅器と同一部分については同一符号を付し詳細な説明を省略する。

【0145】実施の形態9の図11は、実施の形態5の図7とは以下の点が異なっているすなわち、ベースバン

ド信号発生部 56 は、実施の形態 7 の信号レベル検出回路と制御回路の機能を兼ねているものである。また、ベースバンド信号発生部 56 は送信回路 57 に接続しており、送信回路 57 は、電力分配器 3 のポート a に接続している。

【0146】なお、本実施の形態の電力分配器 3 は本発明の第 1 の電力分配器の例であり、本実施の形態のベクトル調整器 5 は本発明の第 1 のベクトル調整器の例であり、本実施の形態の電力分配器 8 は本発明の第 2 の電力分配器の例であり、本実施の形態の遅延回路 7 は本発明の第 1 の遅延回路の例であり、本実施の形態の電力合成器 9 は本発明の歪み検出用電力合成器の例であり、本実施の形態の遅延回路 10 は本発明の第 2 の遅延回路の例であり、本実施の形態のベクトル調整器 13 は本発明の第 2 のベクトル調整器の例であり、本実施の形態の電力合成器 4 は本発明の歪み除去用電力合成器の例であり、本実施の形態のベースバンド信号発生部 56 は本発明の制御手段の例であり、本実施の形態のベースバンド信号発生部 56 は本発明の第 1 の信号レベル検出手段の例を兼ねている。

【0147】次に、このような本実施の形態の動作を実施の形態 5 との相違点を中心に説明する。

【0148】ベースバンド信号発生部 56 は図示していないマイクなどから入力された信号からベースバンド信号を発生し、送信回路 57 に出力する。送信回路 57 は、ベースバンド信号発生部 56 から入力されてくるベースバンド信号を変調し、変調した信号と送信周波数に信号に変換して電力分配器のポート a に出力する。

【0149】また、ベースバンド信号発生部 56 は、ベースバンド信号の信号レベルを検出している。

【0150】そして、ベースバンド信号発生部 56 で検出したベースバンド信号の信号レベルが $P1$ (dBm) 以上のときは、ベースバンド信号発生部 56 により、スイッチ回路 11 の共通端子 11a と出力切り換え端子 11b、スイッチ回路 21 の共通端子 21a と出力切り換え端子 21b をそれぞれ接続し、さらに主増幅器電源スイッチ回路 23 および補助増幅器電源スイッチ回路 15 をオンにする。この場合、本発明の実施の形態 9 のフィードフォワード増幅器は従来のフィードフォワード増幅器と同様の動作をする。

【0151】一方、ベースバンド信号発生部 56 で検出したベースバンド信号の信号レベルが $P2$ (dBm) 以上 $P1$ (dBm) 以下のときは、スイッチ回路 11 の共通端子 11a と出力切り換え端子 11c、スイッチ回路 21 の共通端子 21a と出力切り換え端子 21b、をそれぞれ接続し、さらに主増幅器電源スイッチ回路 23 をオンにし、補助増幅器電源スイッチ回路 15 はオフにする。この場合、主増幅器 6 の出力信号に含まれる歪レベルが $D1$ (例えば -60 dBc) 以下であるため、出力端子 2 から主増幅器 6 の出力信号をそのまま出力させ

る。

【0152】さらに、ベースバンド信号発生部 56 で検出したベースバンド信号の信号レベルが $P2$ (dBm) 以下のときは、スイッチ回路 11 の共通端子 11a と出力切り換え端子 11b、スイッチ回路 21 の共通端子 21a と出力切り換え端子 21c をそれぞれ接続し、さらに補助増幅器電源スイッチ回路 15 をオンにし、主増幅器電源スイッチ回路 23 はオフにする。この場合、入力信号を補助増幅器 14 で直接増幅し、補助増幅器 14 の出力信号に含まれる歪レベルが $D1$ (例えば -60 dBc) 以下であるため、出力端子 2 から補助増幅器 14 の出力信号をそのまま出力させる。

【0153】一般に、ベースバンド信号の信号レベルが高い場合には、出力端子 2 からの出力信号は大電力になり、またベースバンド信号の信号レベルが低い場合には、出力端子 2 からの出力信号は小電力になる。

【0154】従って、図 11 の構成にすることで低出力時の効率を向上させることができる。また、本実施の形態 9 のフィードフォワード増幅器を移動体通信装置に用いた場合、主増幅器 6 が故障しても補助増幅器 14 で直接増幅することにより、最大出力は低下するが装置として稼動し続けることができ、移動体通信装置全体の信頼性を向上させることができる。

【0155】なお、上記実施の形態 9 では、ベースバンド信号発生部 56 のベースバンド信号の信号レベルによりスイッチ回路 11、21 および主増幅器電源スイッチ回路 23、補助増幅器電源スイッチ回路 15 の切り換えを行ったが、ベースバンド信号発生部 56 にマイクなどから入力される入力信号またはベースバンド信号発生部 56 で処理されている途中のベースバンド信号またはベースバンド信号発生部 56 から出力されたベースバンド信号の信号レベルにより切り換えを行っても同様に動作することは明らかである。また、送信回路 57 で処理されている途中の信号または送信回路 57 から出力された送信信号の信号レベルの信号レベルにより切り換えを行っても同様に動作することは明らかである。

【0156】なお、図 1、図 4、図 5、図 6、図 7、図 8、及び図 9 で説明した各フィードフォワード増幅器において、信号レベル検出回路 17 で入力端子 1 から入力された入力信号の信号レベルを検出する代わりに、実施の形態 9 と同様にベースバンド信号の信号レベルを検出し、その検出した信号レベルに基づいて各スイッチ回路などを制御しても構わない。

【0157】なお、実施の形態 3 のフィードフォワード増幅器では、可変電力合成器 20 を用い、主増幅器 6 と補助増幅器 13 とをともに動作させる場合には可変電力合成器 20 を疎結合にし、主増幅器 6 を停止させ、補助増幅器 13 のみを使用する場合には可変電力合成器 20 を密結合にするとして説明したが、実施の形態 3 以外のフィードフォワード増幅器にも可変電力合成器 20

35

を用いて同様の動作をさせても構わない。このようにすれば、本実施の形態のフィードフォワード増幅器の効率をさらに向上させることが出来るようになる。

【0158】なお、実施の形態4のフィードフォワード増幅器では、低出力時には、スイッチ回路24、25により、電力合成器4を通過することなく出力されるとして説明したが、実施の形態4以外のフィードフォワード増幅器にも同様の動作をさせてもよい。このようにすれば本実施の形態のフィードフォワード増幅器の効率をさらに向上させることが出来るようになる。

【0159】また、主増幅器に異常が生じたときは、補助増幅器を用いて入力信号を増幅して出力することにより、フィードフォワード増幅器を用いた移動体通信装置の信頼性を向上することができる。

【0160】なお、ベースバンド信号を発生させるベースバンド信号発生部と、発生された前記ベースバンド信号から送信信号を生成する送信回路とを備え、前記送信回路には本発明のフィードフォワード増幅器が用いられている通信装置も本発明に属する。

【0161】なお、本発明の通信装置とは、例えば携帯電話やPHSや自動車電話などの移動体通機器の基地局装置である。

【0162】

【発明の効果】以上説明したところから明らかなように、本発明は、出力パワーが低下しても効率が低下しないフィードフォワード増幅器及び移動体通信装置を提供することが出来る。

【0163】また、本発明は、主増幅器が故障しても通信が完全に停止することがないフィードフォワード増幅器及び移動体通信装置を提供することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1のフィードフォワード増幅器の構成図である。

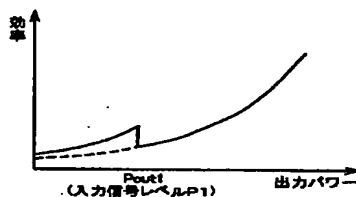
【図2】主増幅器の出力パワーに対する歪特性図である。

【図3】本発明の実施の形態1のフィードフォワード増幅器の出力パワーに対する効率特性図である。

【図4】本発明の実施の形態2のフィードフォワード増幅器の構成図である。

【図5】本発明の実施の形態3のフィードフォワード増幅器 * 40

【図3】



36

* 幅器の構成図である。

【図6】本発明の実施の形態4のフィードフォワード増幅器の構成図である。

【図7】本発明の実施の形態5のフィードフォワード増幅器の構成図である。

【図8】本発明の実施の形態6のフィードフォワード増幅器の構成図である。

【図9】本発明の実施の形態7のフィードフォワード増幅器の構成図である。

10 【図10】本発明の実施の形態8のフィードフォワード増幅器の構成図である。

【図11】本発明の実施の形態9のフィードフォワード増幅器の構成図である。

【図12】従来のフィードフォワード増幅器の構成図である。

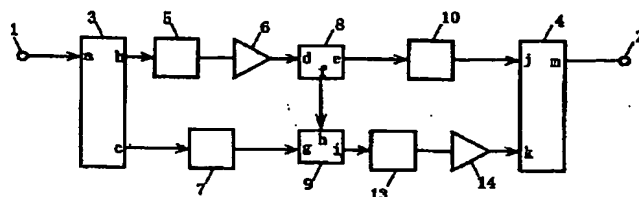
【図13】図12のポートa、d、i、mでの信号の周波数スペクトラムである。

【図14】従来のフィードフォワード増幅器の出力パワーに対する効率特性図である。

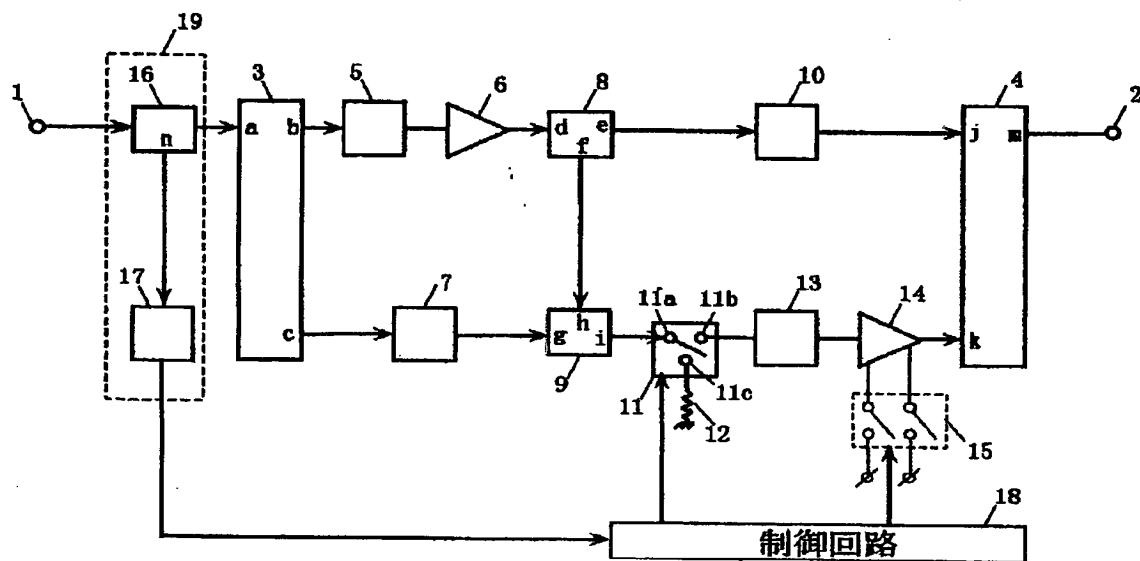
20 【符号の説明】

- 1 入力端子
- 2 出力端子
- 3, 8, 16, 26, 31, 36 電力分配器
- 4, 9, 32, 37 電力合成器
- 5, 13, 39 ベクトル調整器
- 6 主増幅器
- 7, 10, 35, 38 遅延回路
- 11, 21, 24, 25, 33 スwitch回路
- 12, 22, 34 終端抵抗
- 30 14 補助増幅器
- 15 補助増幅器電源スイッチ回路
- 17, 27 信号レベル検出回路
- 18 制御回路
- 19, 29 信号レベル検出部
- 20 可変電力合成器
- 23 主増幅器電源スイッチ回路
- 40 電力増幅器
- 41 電力増幅器電源スイッチ回路
- 42 第1のフィードフォワード増幅器回路
- 43 第2のフィードフォワード増幅器回路

【図12】



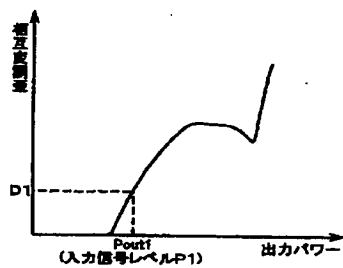
【図1】



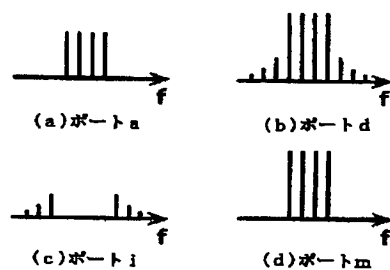
- 1 入力端子
2 出力端子
3, 8, 16 電力分配器
4, 9 電力合成器
5, 13 ベクトル調整器
6 主増幅器
7, 10 遅延回路

- 11 スイッチ回路
12 終端抵抗
14 補助増幅器
15 補助増幅器電源スイッチ回路
17 信号レベル検出回路
18 制御回路
19 信号レベル検出部

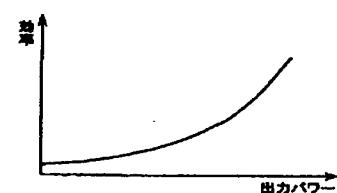
【図2】



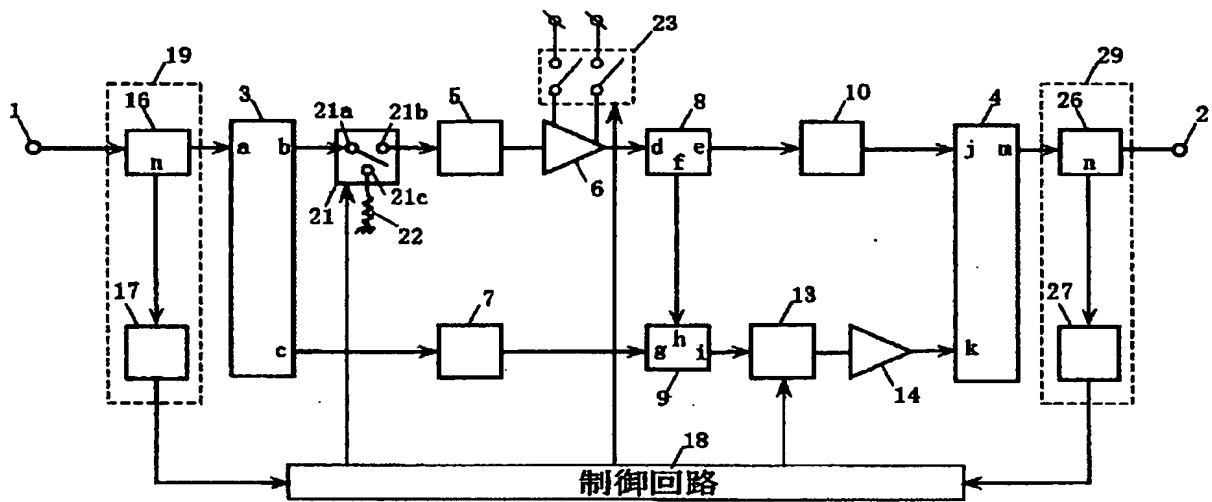
【図13】



【図14】



【図4】



21 スイッチ回路

26 電力分配器

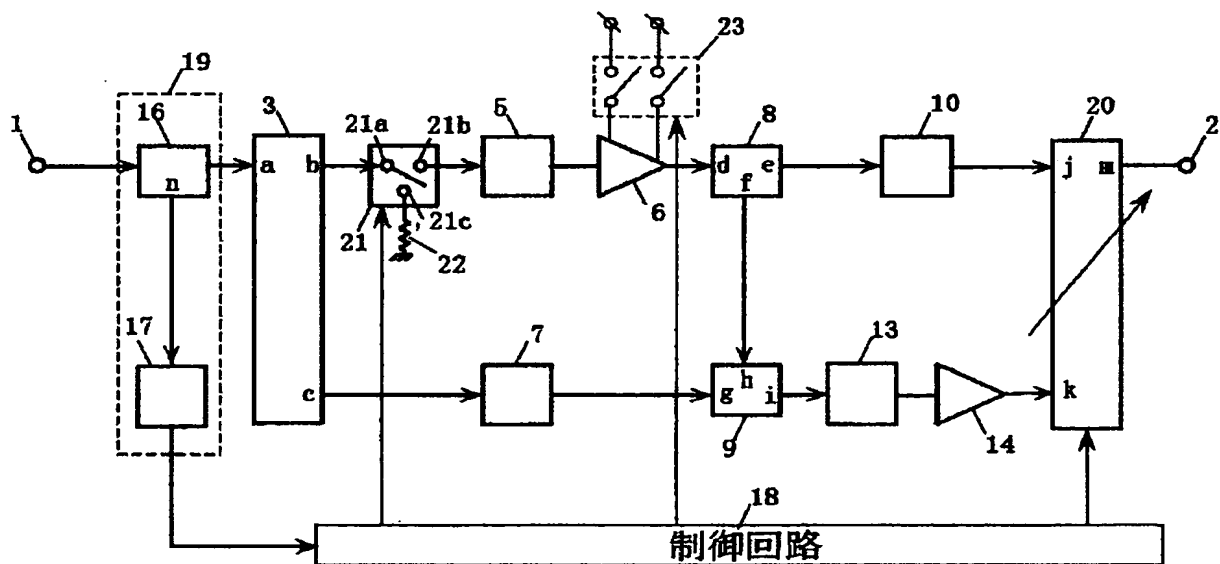
22 終端抵抗

27 信号レベル検出回路

23 主増幅器電源スイッチ回路

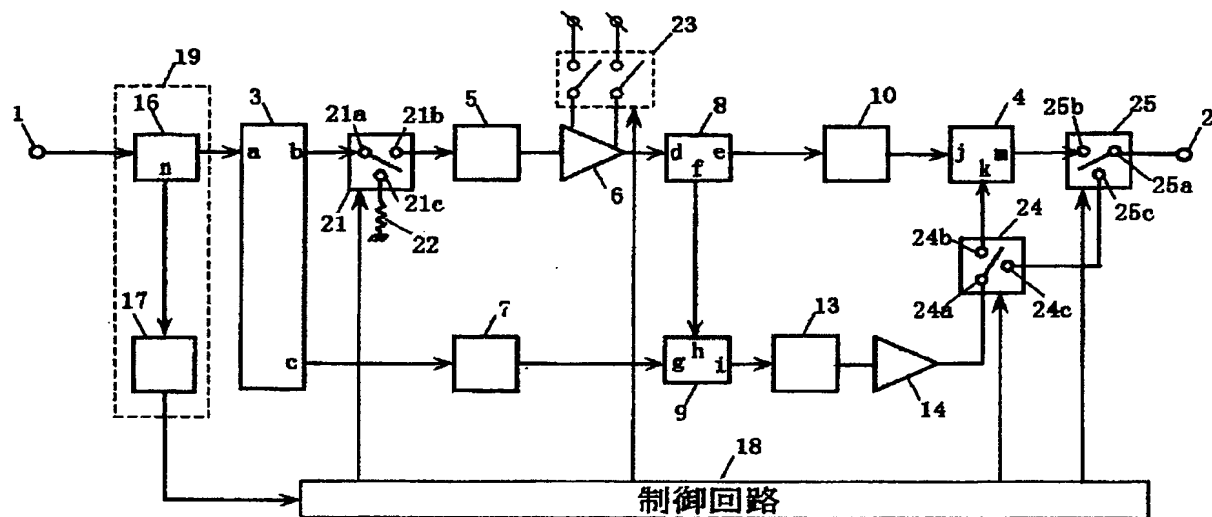
29 信号レベル検出部

【図5】



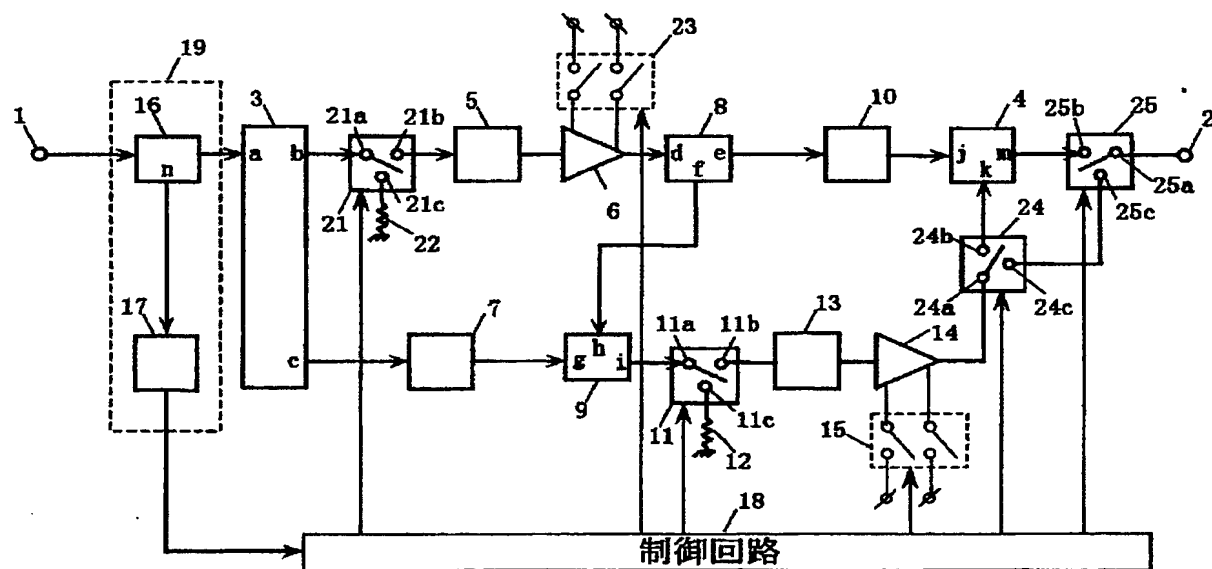
20 可変電力合成器

【図 6】

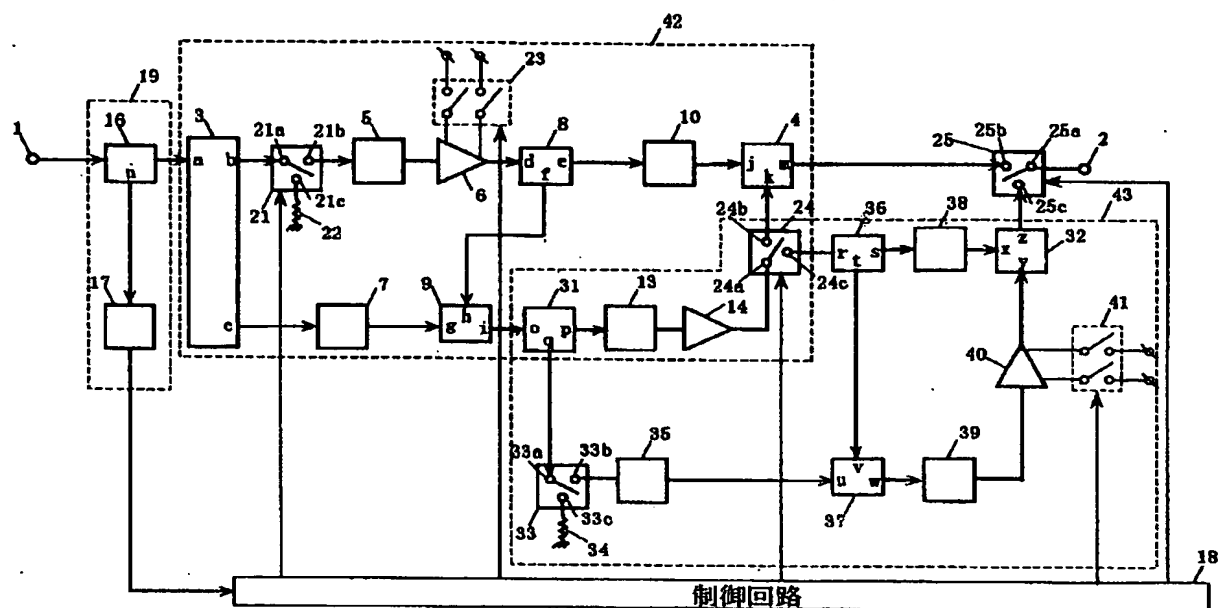


24, 25 スイッチ回路

【図 7】

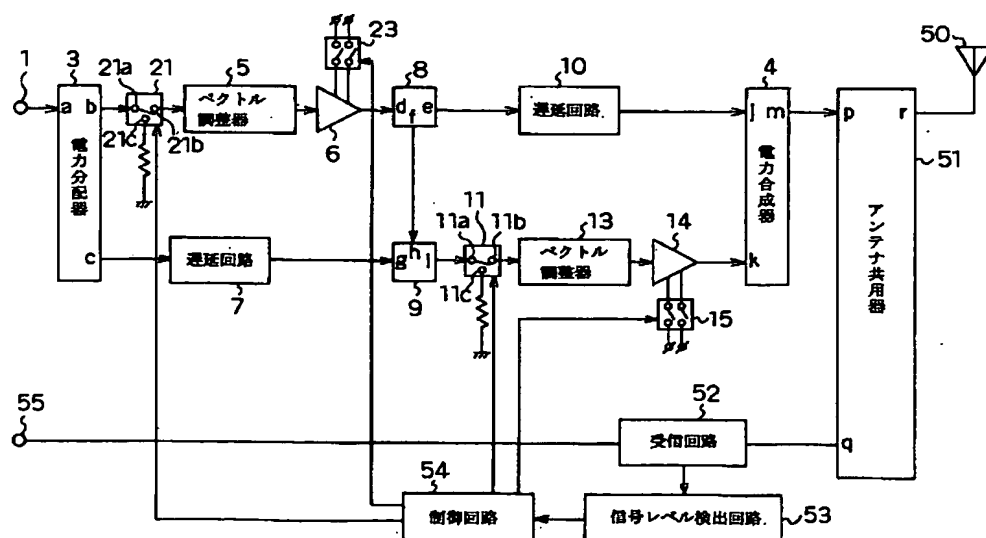


【图 8】

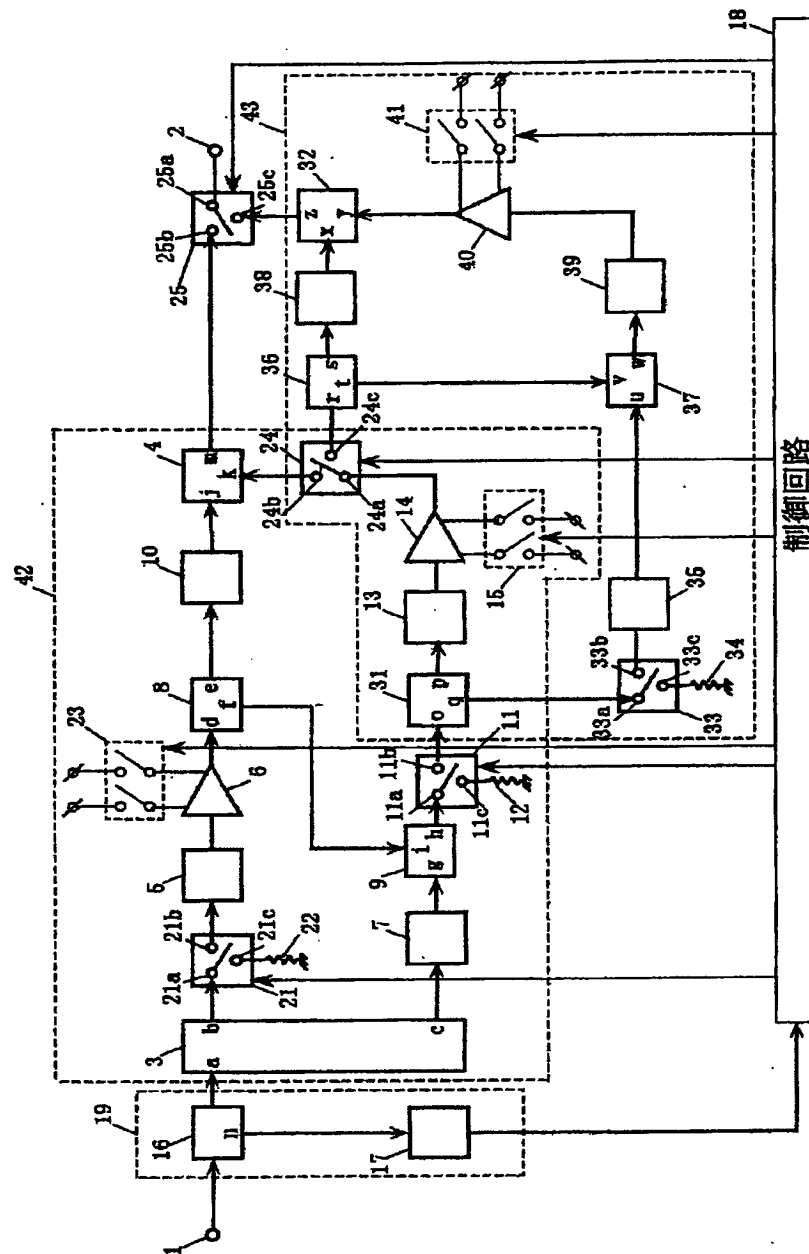


- | | | | |
|----------|--------|-----|---------------------|
| 3 1, 3 6 | 電力分配器 | 3 9 | ベクトル調整器 |
| 3 2, 3 7 | 電力合成器 | 4 0 | 電力増幅器 |
| 3 3 | スイッチ回路 | 4 1 | 電力増幅器電源スイッチ回路 |
| 3 4 | 終端抵抗 | 4 2 | 第 1 のフィードフォワード増幅器回路 |
| 3 5, 3 8 | 遅延回路 | 4 3 | 第 2 のフィードフォワード増幅器回路 |

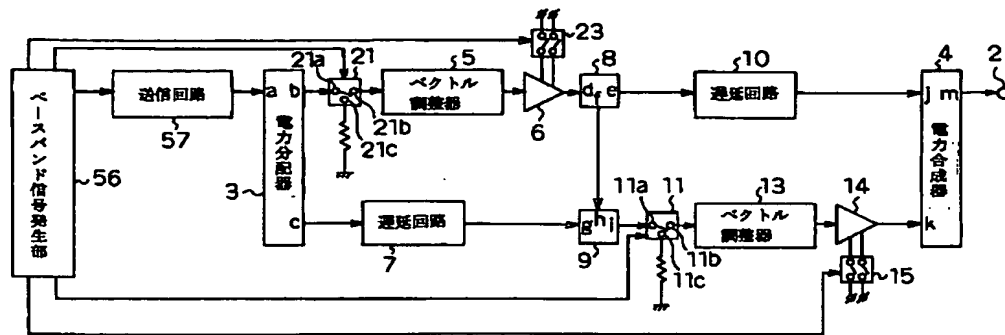
【図 10】



【图9】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 松吉 俊満
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(72)発明者 藤原 誠司
神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1
号 松下通信工業株式会社内

Fターム(参考) 5J090 AA01 AA41 CA36 CA89 DN02
FA18 HA25 HA38 KA15 KA68
MA11 MA14 SA13 TA01 TA02
TA03
5J091 AA01 AA41 CA36 CA89 FA18
HA25 HA38 KA15 KA68 MA14
SA13 TA01 TA02
5J092 AA01 AA41 CA36 CA89 FA18
HA25 HA38 KA15 KA68 MA14
SA13 TA01 TA02
5K060 BB07 DD04 HH04 HH06 HH34
KK03 KK04 KK06 LL22 LL24
LL30

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)